

Talentforschung im Fussball zwischen holistisch-interaktionistischer Theorie und reduktionistischer Empirie

Inauguraldissertation der
Philosophisch-humanwissenschaftlichen Fakultät der
Universität Bern zur Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt von
Roland Sieghartsleitner
Steyr, Österreich
Selbstverlag, Bern, 2020

Originaldokument gespeichert auf dem Webserver der Universitätsbibliothek Bern



Dieses Werk ist unter einem

Creative Commons Namensnennung-Keine kommerzielle Nutzung-Keine Bearbeitung 2.5 Schweiz Lizenzvertrag lizenziert. Um die Lizenz anzusehen, gehen Sie bitte zu <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ch/> oder schicken Sie einen Brief an Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.

Urheberrechtlicher Hinweis

Dieses Dokument steht unter einer Lizenz der Creative Commons Namensnennung-Keine kommerzielle Nutzung-Keine Bearbeitung 2.5 Schweiz.
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ch/>

Sie dürfen:



dieses Werk vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen

Zu den folgenden Bedingungen:



Namensnennung. Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen (wodurch aber nicht der Eindruck entstehen darf, Sie oder die Nutzung des Werkes durch Sie würden entlohnt).



Keine kommerzielle Nutzung. Dieses Werk darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden.



Keine Bearbeitung. Dieses Werk darf nicht bearbeitet oder in anderer Weise verändert werden.

Im Falle einer Verbreitung müssen Sie anderen die Lizenzbedingungen, unter welche dieses Werk fällt, mitteilen.

Jede der vorgenannten Bedingungen kann aufgehoben werden, sofern Sie die Einwilligung des Rechteinhabers dazu erhalten.

Diese Lizenz lässt die Urheberpersönlichkeitsrechte nach Schweizer Recht unberührt.

Eine ausführliche Fassung des Lizenzvertrags befindet sich unter
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ch/legalcode.de>

Von der Philosophisch-humanwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern auf Antrag von Prof. Dr. Achim Conzelmann (Hauptgutachter) und Prof. Dr. Andreas Hohmann (Zweitgutachter) angenommen.

Bern, den 23. April 2020

Der Dekan: Prof. Dr. Ernst-Joachim Hossner

Folgende drei Publikationen werden für die kumulative Dissertation eingereicht:

- (1) Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M. & Conzelmann, A. (2018). "The early specialised bird catches the worm!" - A specialised sampling model in the development of football talents. *Frontiers in Psychology*, 9:188.
- (2) Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M. & Conzelmann, A. (2019). "Science or coaches' eye? – Both!" Beneficial collaboration of multidimensional measurements and coach assessments for efficient talent selection in elite youth football. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18, 32-43.
- (3) Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M., Charbonnet, B. & Conzelmann, A. (2019). Talent selection in youth football: Specific rather than general motor performance predicts future player status of football talents. *Current Issues in Sport Science*, 4:011.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung.....	4
2. Theoretischer Rahmen.....	5
2.1 Wissenschaftstheoretischer Zugang zur Talentforschung.....	5
2.1.1 Forschungsprozess I: Vom Phänomen zum Problem.....	5
2.1.2 Forschungsprozess II: Auswahl einer problemadäquaten Rahmentheorie.....	7
2.2 Der Talentbegriff als (k)ein gemeinsamer Nenner der Talentforschung.....	9
2.2.1 Dynamik des Talentbegriffs.....	10
2.2.2 Komplexität des Talentbegriffs.....	12
2.3 Theoretisch-methodische Konsequenzen für die Talentforschung.....	12
2.3.1 Die holistisch-interaktionistische Perspektive zwischen theoretischem Anspruch und empirischer Realisierbarkeit.....	13
2.3.2 Notwendigkeit und Möglichkeiten reduktionistischer Empirie	17
2.3.3 Abwägen im Dilemma zwischen Theorie und Empirie	18
3. Einordnung der Publikationen in die sportwissenschaftliche Talentforschung.....	19
3.1 "The early specialised bird catches the worm!" - A specialised sampling model in the development of football talents	20
3.2 "Science or coaches' eye? – Both!" Beneficial collaboration of multidimensional measurements and coach assessments for efficient talent selection in elite youth football.....	22
3.3 Talent selection in youth football: Specific rather than general motor performance predicts future player status of football talents.....	23
4. Diskussion.....	24
5. Schlussfolgerungen und Ausblick	28
Literaturverzeichnis	30
Appendix A: Publikation 1	35
Appendix B: Publikation 2	48
Appendix C: Publikation 3	61

1. Einleitung und Problemstellung

Emotionale, ökonomische oder politische Motive machen sportlichen Erfolg für Vereine bzw. Verbände und deren assoziierte Nationen erstrebenswert. Die Ausprägung dieser Motive wird primär durch den gesellschaftlichen Stellenwert einer Sportart bestimmt. Fussball ist in dieser Hinsicht sowohl weltweit als auch in der Schweiz jene Sportart mit den meisten registrierten Aktivmitgliedern und generiert aus diesem Zuspruch enorme gesellschaftliche Bedeutung. Ablösesummen für professionelle Fussballspieler jenseits der 200 Millionen Schweizer Franken oder ein bis 2050 angelegter Entwicklungsplan für den organisierten Fussball in der 1.3 Milliarden Einwohner fassenden Volksrepublik China sind plakative Bestätigungen für die hohe Ausprägung der genannten Motive (De Bosscher, De Knop, van Bottenburg, Shibli & Bingham, 2009; Haugaasen & Jordet, 2012; Houlihan, 2011; Larkin & Reeves, 2018; Leite Júnior & Rodrigues, 2017; Romann & Fuchslocher, 2013).

Die hohe Attraktivität des sportlichen Erfolgs im Fussball führte in den letzten Jahrzehnten zu umfangreichen sportwissenschaftlichen Forschungsaktivitäten. Ein Fokus lag dabei auf der *Talentforschung*, die grundlegendes Wissen für die Entwicklung sportlicher Expertise liefern soll. Eine Basis für diese Forschungsaktivitäten findet sich bei Williams und Reilly (2000). Sie identifizieren unter dem Begriff Talentforschung die Aufgaben der Talentselektion und Talentförderung im Fussball als zentral und sprechen sich in der Folge für *holistische* Zugänge zur Lösung dieser Herausforderungen aus.

Obschon holistische Zugänge in der Talentforschung als State of the Art angesehen werden, finden sich im überwiegenden Teil der bis zuletzt publizierten empirischen Arbeiten jedoch relevante Abweichungen von den dafür notwendigen theoretischen Grundlagen oder methodischen Umsetzungen (Collins, MacNamara & Cruickshank, 2018; Zibung, 2013). Diesem Umstand versuchen Zibung und Conzelmann (2013) bzw. Hohmann (2009) entgegenzuwirken und die aus einem holistischen Zugang resultierenden Anforderungen an die Talentforschung zu erfüllen (multidimensionale, längsschnittliche Forschungsdesigns; nicht lineare Datenanalysen). In der Folge konnten diese methodisch angepassten Umsetzungen in verschiedenen Fragestellungen relevante Erkenntnisse für die Talentselektion und Talentförderung generieren (Pfeiffer & Hohmann, 2012; Pion, Hohmann, Liu, Lenoir & Segers, 2017; Zibung & Conzelmann, 2014; Zibung, Zuber & Conzelmann, 2016; Zuber, Zibung & Conzelmann, 2015, 2016).

Hinsichtlich der Umsetzung des holistischen Ansatzes in den genannten Beiträgen werden jedoch auch Limitationen offensichtlich. Erstens kann ein Teil der eingesetzten statistischen Methoden nur mit einer eingeschränkten Anzahl an Variablen sinnvoll interpretiert werden (vgl. Zibung, 2013). Zweitens sind inferenzstatistische Vergleiche zwischen Modellen mit verschiedenen Merkmalskombinationen nicht möglich (vgl. Kapitel 2.3.1). Aus diesen Limitationen entsteht ein Dilemma zwischen der theoretisch erstrebenswerten Umsetzung des holistischen Zugangs auf der einen Seite und den Einschränkungen im Bereich der damit klar beantwortbaren Fragestellungen auf der anderen (Bergman, Magnusson & El-Khoury, 2003; Bogat, von Eye & Bergman, 2016).

Die vorliegende Arbeit versucht dieses Dilemma aufzugreifen und einerseits die von Williams und Reilly (2000) initiierte *holistische Vision* als Basis für die Talentforschung im Fussball vollumfänglich zu akzeptieren bzw. diese in einem entwicklungstheoretischen Rahmen zu veran-

kern. Andererseits sollen jedoch aus empirischer Perspektive die Notwendigkeit bzw. die Möglichkeiten eines Kompromisses zwischen holistischer Vision und reduktionistischer Wirklichkeit in der Beantwortung von praxisorientierten Fragestellungen der Talentselektion und Talentförderung näher beleuchtet werden. Als Reduktionismus wird in diesem Zusammenhang die „...Reduzierung des qualitativ Höheren auf das entwicklungsmäßig Niedere...“ (Fuchs-Kittowski, 1981, S. 503), also das Vereinfachen eines (zu) komplexen Sachverhalts verstanden. Das übergeordnete Ziel der Arbeit ist somit, den genannten Kompromiss anhand verschiedener Fragestellungen in unterschiedlichem Ausmass einzugehen und die Konsequenzen vereinfachter methodischer Zugänge für den potentiellen Erkenntnisgewinn in der Talentselektion und Talentförderung im Fussball zu überprüfen.

2. Theoretischer Rahmen

Trotz breiter Akzeptanz der holistischen Vision, findet sich in vielen empirischen Arbeiten zur Talentforschung im Fussball kein theoretisch-methodisches Abbild dieses Anspruchs wieder (Zibung, 2013). Mithilfe der von Conzelmann (2001) bzw. Schnell, Hill und Esser (2005) vorgeschlagenen Phasen des empirischen Forschungsprozesses wird nachfolgend versucht, eine solche Diskrepanz zu vermeiden. Es wird zunächst aufgezeigt, welches „Grundproblem der Talentforschung“ (Conzelmann, Zibung & Zuber, 2018) aus dem Phänomen des Leistungssports abzuleiten ist, um anschliessend auf dessen rahmentheoretische Verankerung einzugehen. Darauf aufbauend sollen die resultierenden theoretisch-methodischen Konsequenzen präsentiert werden, um abschliessend das Dilemma zwischen holistischen Ansprüchen aus der Theorie und einer reduktionistischen Wirklichkeit in der empirischen Bearbeitung von Fragestellungen der Talentforschung aufzugreifen.

2.1 Wissenschaftstheoretischer Zugang zur Talentforschung

2.1.1 Forschungsprozess I: Vom Phänomen zum Problem

Schnell, Hill und Esser (2005) sehen die *Auswahl des Forschungsproblems* als erste Phase des Forschungsprozesses. Magnusson (1992) spricht in diesem Zusammenhang von der Notwendigkeit, eine detaillierte Beschreibung des zugrundeliegenden Phänomens und dem damit verbundenen Problem an den Anfang des Prozesses zu stellen. Nachdruck verleiht er dieser Ansicht mit der Forderung, die „Oberhoheit des Phänomens“ in jedem Forschungsprozess zu respektieren (Conzelmann, 2001, S. 102). Dadurch soll, erst an die Beschreibung von Phänomen und Problem angeschlossen, ein Prozess der Theorie- oder Methodenwahl zur adäquaten Verortung und Bearbeitung des Problems stattfinden. Durch diese Abfolge wird eine Passung der wissenschaftlichen Aktivitäten an real existierende Probleme gewährleistet. Dies scheint in der Sportwissenschaft von besonderer Bedeutung zu sein, zumal diese seit jeher in Bezug zur Zusammenarbeit mit der Sportpraxis gegen einen *Theorie-Praxis-Graben* anzukämpfen hat, bei dem die Sportpraxis der Sportwissenschaft eine unzureichende Orientierung an praktischen Problemen vorwirft (Roth, 1995). In Übereinstimmung mit dieser Kritik sind in der Sportwissenschaft heute immer wieder Abweichungen von den durch Magnusson geforderten Abläufen zu finden. In deren Rahmen werden existierende Theorien oder Methoden als zentraler Ausgangspunkt der empirischen Forschung verwendet und über beliebige Phänomene des Sports gestülpt (Conzelmann, 2001, S. 102). Es wird dadurch aus der ursprünglich

anzustrebenden *Wissenschaft für den Sport* eine Art *Wissenschaft durch den Sport* (Collins et al., 2018), wobei nicht mehr die Problemlösung im Sinne eines *besseren Sports* im Mittelpunkt steht (Digel, 1995), sondern der Sport in einer gewissen Art und Weise lediglich zur Überprüfung von Theorien aus verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen *missbraucht* wird.

Das der Talentforschung zugrundeliegende Phänomen wurde bereits in der Einleitung skizziert: Sportlicher Erfolg im Höchstleistungsalter ist aufgrund unterschiedlicher Motive für verschiedene Organisationen erstrebenswert. In Abhängigkeit vom Ausprägungsgrad der Motive sind Vereine, Verbände und deren assoziierte Nationen gewillt, einen hohen Ressourcenaufwand für die Erreichung dieser Ziele zu realisieren und in diesem Rahmen geeignete Kinder und Jugendliche auf dem Weg zur sportlichen Leistungsexzellenz zu begleiten. Aufgrund einer multifaktoriellen Bedingtheit ist das Erreichen einer solchen sportlichen Leistungsexzellenz jedoch nur schwer plan- bzw. vorhersehbar. Allerdings gelingt es, durch eine wissenschaftlich fundierte Herangehensweise, in den genannten Organisationen die Chancen zur Zielerreichung nachweislich zu erhöhen (De Bosscher et al., 2009; Houlihan, 2011).

Conzelmann et al. (2018) leiten in ihrem „Grundproblem der Talentforschung“ aus dem beobachtbaren Phänomen einen Problemaufriss für den gesamten Forschungsstrang ab (vgl. Abbildung 1). Dieser basiert auf einem ontogenetischen Blickwinkel und beschreibt jene Interaktion von ambitionierten Sportorganisationen und der Sportwissenschaft, welche einen systemischen Rahmen für die Entwicklung von erfolgreichen Sportlern sicherstellen soll. Dabei liegt es zunächst an den Sportorganisationen, im Rahmen der *Talentsuche*, einen entsprechenden Talentpool (*Potenzial*) zu generieren (d.h. Kinder und Jugendliche, die den Sport aktiv ausüben). Anschliessend ist es die Aufgabe der Sportwissenschaft, ein taugliches Prognosemodell zu kreieren, welches den Sportorganisationen, im Rahmen der *Talentselektion* eine fundierte Auswahl der geeignetsten Individuen für die Erreichung späterer Höchstleistung ermöglichen soll. Weil in den Sportorganisationen beschränkte Ressourcen zur Verfügung

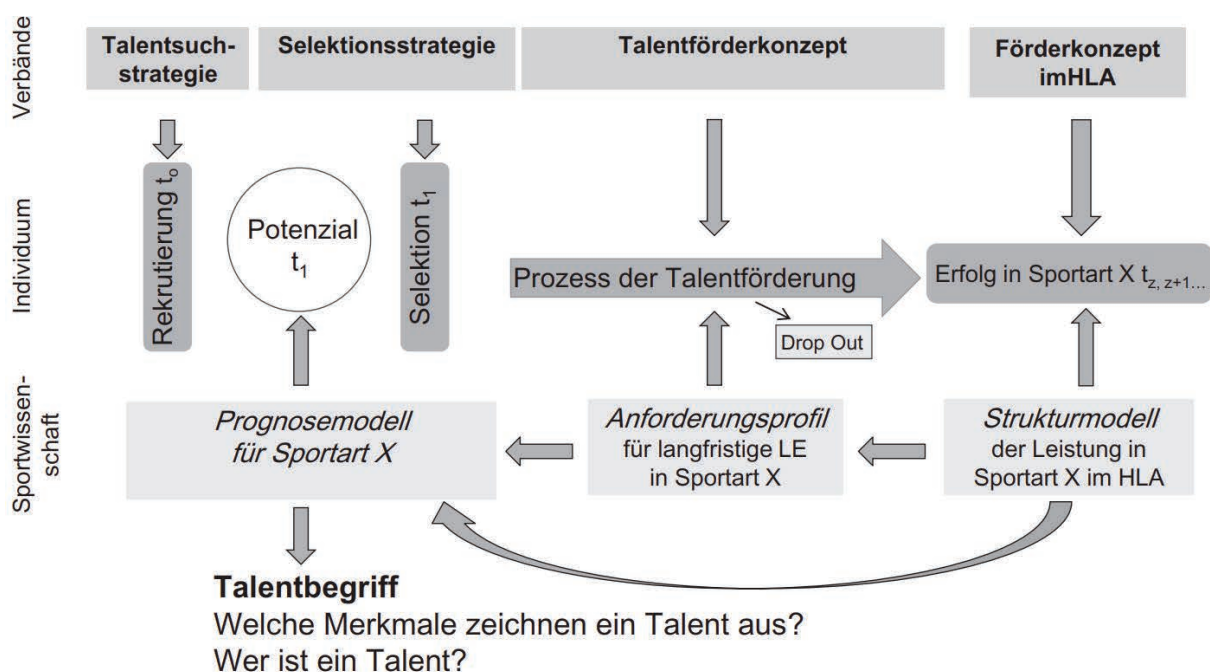


Abbildung 1: Grundproblem der Talentforschung (Conzelmann et al., 2018). HLA = Höchstleistungsalter, LE = Leistungsentwicklung

stehen, ist die Talentselektion ein notwendiger Prozess, um anschliessend im Rahmen der *Talentförderung* die bestmöglichen Bedingungen für eine sportliche Weiterentwicklung der aussichtsreichsten Individuen zur Verfügung stellen zu können.

Ähnlich den Einflussfaktoren auf die Motive der Sportorganisationen, sind die zentral genannten Aufgaben Talentsuche, Talentselektion und Talentförderung ebenso in Abhängigkeit des gesellschaftlichen Stellenwerts einer Sportart von unterschiedlicher Relevanz (Carl, 1988). Der hohe gesellschaftliche Zuspruch für den Fussball lässt die Aufgabe der Talentsuche zu einer vernachlässigbaren werden. Die Rekrutierung von Kindern und Jugendlichen gelingt auch ohne spezifische Massnahmen umfassend und es steht ein grosser Talentpool zur Verfügung. Im selben Moment werden durch diesen hohen Zuspruch die Aufgaben der Talentselektion und Talentförderung von aussichtsreichen Talenten jedoch besonders herausfordernd und stellen somit die zentralen Probleme für den Fussball dar. Dementsprechend zielt die vorliegende Arbeit auf Fragestellungen aus den Bereichen der Talentselektion und Talentförderung ab, während im Hinblick auf die Talentsuche kein praxisrelevantes Problem vorliegt und diese vernachlässigt wird.

2.1.2 Forschungsprozess II: Auswahl einer problemadäquaten Rahmentheorie

Im empirischen Forschungsprozess folgt nach der Beschreibung des Phänomens und dem zugehörigen Problem die Bildung bzw. Auswahl von problemadäquaten Theorien (Conzelmann, 2001; Schnell et al., 2005). In diesem Zusammenhang gilt es auf den ontogenetischen Blickwinkel aus dem „Grundproblem der Talentforschung“ zu verweisen (Conzelmann et al., 2018). Dieser Blickwinkel stellt die Frage nach der menschlichen Entwicklung eines Individuums vom Kindesalter bis zur sportlichen Höchstleistung als zentral für die Talentforschung dar. Naheliegend erscheint es dadurch, Fragestellungen aus dem Bereich der Talentforschung in einen theoretischen Rahmen einzubetten, der sich mit genau diesem Prozess der menschlichen Entwicklung im Lebenslauf eingehend auseinandersetzt und in der *Entwicklungswissenschaft* verortet werden kann. Letztere beschäftigt sich mit dem Beschreiben, Verstehen und Optimieren von intraindividuellen Veränderungen über die Lebensspanne und interindividuellen Unterschieden in diesen Veränderungen (Lerner, Agans, DeSouza & Hershberg, 2014). Dementsprechend gibt es eine Übereinstimmung mit den Aufgaben der Talentforschung, deren Ziel es ist, die langfristige Entwicklung vom jugendlichen Talent bis hin zum Experten im Höchstleistungsalter zu verstehen bzw. Erkenntnisse zu gewinnen, warum einem Talent dieser Entwicklungsweg erfolgreich gelingt, einem anderen jedoch nicht.

Theoretische Ansätze innerhalb der Entwicklungswissenschaft sind sich überwiegend einig, dass eine Beschreibung der komplexen menschlichen Entwicklungsprozesse ausschliesslich auf Basis einer holistischen Betrachtungsweise gelingen kann, zumal der Mensch als eine ganzheitliche, nicht zerlegbare Einheit in einem komplexen *Person-Umwelt-System* funktioniert. Wenngleich diese Einheit einerseits als unzerlegbar beschrieben wird, so besteht sie aber sehr wohl aus diversen *Subsystemen* im Bereich der Person und der Umwelt, deren dynamische, reziproke Interaktionen das zentrale Element der menschlichen Entwicklung abbilden (Magnusson, 1990). Dementsprechend kann die menschliche Entwicklung in ihrer Gesamtheit als eine Kombination aus verschiedenen Arten dieser Interaktionen verstanden werden. Einerseits geschehen intraorganismische Interaktionen innerhalb der Subsysteme einer Person, welche sich auf der höchsten Ebene auf ein physiologisches, psychologisches

und verhaltensbezogenes Subsystem reduzieren lassen und einen Teil der Veränderungsprozesse der Person beschreiben (Nilsson, 2015). Demgegenüber werden die Wechselwirkungen in verschiedensten Subsystemen der Umwelt, welche einen Teil der Veränderungsprozesse der Umwelt beschreiben, unter dem Begriff der extraorganismischen Interaktion geführt. In Anlehnung an Bronfenbrenner (1979) und seinen Ökosystemischen Ansatz könnten das Mikro- (d.h. engste soziale Kontakte) oder Exosystem (d.h. Systeme, in denen die Person kaum aktiv partizipiert) als Beispiele für Subsysteme der höchsten Ebene im Bereich Umwelt genannt werden. Schlussendlich interagieren auch die beiden Systeme Person und Umwelt inklusive der jeweiligen Subsysteme dynamisch und reziprok miteinander und bilden somit einen dritten Teilbereich der verschiedenen Interaktionsformen ab, der den fehlenden Baustein zur vollständigen Beschreibung von Veränderungsprozessen innerhalb der Person und der Umwelt darstellt (Conzelmann, 2001; Müller, Schmidt, Zibung & Conzelmann, 2013; Nilsson, 2015).

Folgt man diesen theoretischen Ansätzen und versucht die ganzheitliche menschliche Entwicklung über eine Kombination aus unterschiedlichen dynamischen Interaktionen zu definieren, ergibt sich eine sogenannte *holistische, dynamisch-interaktionistische¹ Perspektive*. Als Konsequenz einer solchen Perspektive lässt sich ein Entwicklungsprozess nicht unidirektional anhand einzelner Variablen beschreiben bzw. vorhersagen. Vielmehr gilt es in einem zu untersuchenden System die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Variablen zu beachten, denn erst dadurch erhalten einzelne Variablen ihre Bedeutung für das Gesamtsystem. Dementsprechend wären Entwicklungs- bzw. Veränderungsprozesse ausschliesslich über die Kombination mehrerer Person- und Umweltvariablen zu repräsentieren (Bogat et al., 2016; Magnusson, 1990). In Bezug zur Talentforschung erwächst somit ebenfalls ein holistisch-interaktionistischer Anspruch², wodurch die Entwicklung vom jugendlichen Talent bis hin zum Experten im Höchstleistungsalter in seiner Gesamtheit beschrieben werden muss. D.h. als verschiedenste Interaktionen diverser Person- (u.a. motorische Leistung, Anthropometrie, Persönlichkeitsmerkmale, biologische Entwicklung) und Umweltvariablen (u.a. soziales und sportliches Umfeld).

Untrennbar mit der holistisch-interaktionistischen Perspektive verbunden ist ein systemdynamisches Verständnis. Dies ist insofern relevant, weil Kritiker darauf verweisen könnten, dass unendlich viele verschiedene Interaktionen für Veränderungsprozesse im Rahmen der menschlichen Entwicklung verantwortlich sein könnten und diese Unendlichkeit nicht entsprechend abgebildet werden kann (Lundh, 2015). Mit einem Verweis auf systemdynamische Selbstorganisationsprozesse kann jedoch argumentiert werden, dass es, ähnlich den attraktiven Zuständen in der Systemdynamik, gewisse Interaktionskonfigurationen im Rahmen der menschlichen Entwicklung gibt, die besonders häufig auftreten und anhand weniger entwicklungsrelevanter Variablen beschrieben werden können (Bergman & Wångby, 2014; Bogat et

¹ In Anlehnung an Magnusson (1990) wird nachfolgend von *holistisch-interaktionistisch* gesprochen, eine dynamisch-interaktionistische Perspektive wird darin impliziert. Nach Lundh (2015, S. 188) ist ein System holistisch „...if it is an undivisible whole, in the sense that the relation between the whole and its parts is characterized by non-reducibility and/or non-separability“. Den (dynamischen) Interaktionismus beschreibt er dagegen als die Beziehung bzw. die reziproke Beeinflussung innerhalb und zwischen verschiedenen Subsystemen dieser holistischen Gesamtheit.

² Aufgrund der bei Williams und Reilly (2000) verwendeten Terminologie wurde bislang ausschliesslich vom *holistischen Anspruch* an die Talentforschung gesprochen. Durch die vorliegende theoretische Aufarbeitung wird dieser Anspruch auf *holistisch-interaktionistisch* erweitert.

al., 2016). Dadurch wäre die Kritik in Bezug auf potentiell unendlich viele Interaktionen zunächst entkräftet. Als zentrales Anschlussproblem ergibt sich jedoch die Frage, wie man jene entwicklungsrelevanten Variablen aufspüren kann, die die gängigsten Konfigurationen der menschlichen Entwicklung adäquat abbilden können. In diesem Zusammenhang wird auf den Einsatz von theoretischen und inhaltlichen Überlegungen bzw. empirische Befunde zum Zusammenhang einzelner Variablen mit dem abzubildenden Entwicklungsweg verwiesen (Bergman et al., 2003; Zibung, 2013).

In Summe zieht die rahmentheoretische Grundlage mit ihrer holistisch-interaktionistischen Perspektive aus dem Bereich der Entwicklungswissenschaft elementare Konsequenzen für die Talentforschung nach sich (Conzelmann et al., 2018). Weiterführende theoretisch-methodische Schlussfolgerungen und deren potentielle Auswirkungen werden unter Kapitel 2.3 beleuchtet.

2.2 Der Talentbegriff als (k)ein gemeinsamer Nenner der Talentforschung

Auch ohne Rückbezug auf die getätigten rahmentheoretischen Überlegungen der Entwicklungswissenschaft hat sich in der Talentforschung ein Talentverständnis entwickelt, welches sich in Übereinstimmung mit den bisherigen Ausführungen in die Nähe eines holistisch-interaktionistischen Anspruchs rücken lässt (Abbott & Collins, 2004; Hohmann, 2009; Williams & Reilly, 2000; Zibung, 2013). Der *dynamisch-weite Talentbegriff* von Hohmann (2009) kann die zweidimensionale Konstruktion dieses Talentverständnisses anschaulicher machen. Er entspringt einer Matrix aus der Dimension *Dynamik* (statisch vs. dynamisch) und der Dimension *Komplexität* (eng vs. weit), welche im Rahmen eines Vier-Felder-Schemas unterschiedlich umfassende Talentbegriffe systematisiert. Das aktuellste, ganzheitlich geprägte Verständnis des dynamisch-weiten Talentbegriffs berücksichtigt dabei auf beiden Dimensionen eine hohe Ausprägung, wodurch einerseits ein Entwicklungsaspekt, andererseits eine grössere Zahl entwicklungsrelevanter Variablen berücksichtigt wird.

Obschon durch die übereinstimmende Annahme dieses zweidimensionalen Konstrukts von einem einheitlichen Talentverständnis gesprochen werden kann, finden sich im Zusammenhang mit verschiedenen theoretischen Zugängen unterschiedliche Interpretationen dazu. Während eine entwicklungswissenschaftlich verortete Talentforschung mit *personorientiertem Zugang* (vgl. Kapitel 2.3.1) bei der Dynamik von einer nicht linearen, reziproken und dynamischen Interaktion zwischen den entwicklungsrelevanten Variablen ausgeht (Zuber et al., 2016), wird in anderen theoretischen Zugängen mit einem *variablenorientierten Zugang* (vgl. Kapitel 2.3.2) eher auf eine Perspektive der linearen, statischen Interaktion zwischen den Variablen gewechselt (Williams & Reilly, 2000). Im ersten Fall wird ein möglichst kontinuierliches Abbild der Veränderungen im Entwicklungsverlauf angestrebt, während die zweite Betrachtungsweise die Interaktion der entwicklungsrelevanten Variablen oftmals nur zu einem Moment abbildet (t_0) und diese z.B. in Bezug zu einem späteren Leistungskriterium an t_1 betrachtet. Im Bereich der Komplexität wird unabhängig vom theoretischen Hintergrund ein möglichst umfassendes Bild des Talents angestrebt. Entsprechend personorientierter Zugänge stellt dieses umfassende Bild eine Ganzheitlichkeit als unzertrennbare Einheit dar (*holistisch*; Zuber et al., 2016), während Talentforscher mit variablenorientiertem Hintergrund das Gesamtbild eher aus der Summe einzelner Teile zusammenfügen (*multidimensional*; Abbott & Collins, 2004; Woods, Raynor, Bruce, McDonald & Robertson, 2016).

Insgesamt werden in verschiedenen theoretischen Zugängen sowohl eine Entwicklungsperspektive (hohe Ausprägung auf der Dimension Dynamik) als auch ein umfangreicher Variableneinschluss zur Bearbeitung von Fragestellungen der Talentforschung empfohlen (hohe Ausprägung auf der Dimension Komplexität; Abbott & Collins, 2004; Hohmann, 2009; Zibung, 2013). Nachfolgend werden diese beiden Dimensionen bzw. die empirische Evidenz ihrer Bedeutung in der Talentforschung isoliert voneinander betrachtet.

2.2.1 Dynamik des Talentbegriffs

Die Dimension der Dynamik wirft im Talentbegriff die Frage auf, inwieweit eine Entwicklungsperspektive über einen unbestimmten Zeitraum im Rahmen der Talentforschung berücksichtigt werden soll. In der Sportpraxis wird diese Dimension in Form von Leistungsentwicklungen vereinfacht abgebildet und ihr eine hohe Bedeutung zugesprochen. So wird die Entwicklungsgeschwindigkeit, mit der sich bestimmte Kinder und Jugendliche hinsichtlich der Wettkampfleistung oder einzelnen Teilleistungen verbessern, von Trainern immer wieder als zentrales Talentmerkmal genannt. Auch im schweizweit eingesetzten Talentselektionskonzept der *Prognostisch Integrativen Systematischen Trainereinschätzung* (PISTE) wird dieser Aspekt zuoberst als mögliches Beurteilungskriterium für die Talentselektionen genannt (Swiss Olympic, 2016).

Folgt man dieser praktischen Auffassung der Dynamik und versucht aus wissenschaftlicher Perspektive die Bedeutung der *Leistungsentwicklung* zu prüfen, gibt es diverse Hürden zu überwinden. U. a. wären Fragen nach (a) dem Zeitraum, der für die Erhebung der Leistungsentwicklung gewählt wird und (b) dem Umgang mit unterschiedlichen Ausgangsniveaus, in Kombination mit abflachenden Leistungszuwächsen bei zunehmendem Trainingsalter, adäquat zu berücksichtigen. Hinsichtlich der empirischen Befunde scheint entsprechend der methodischen Schwierigkeiten die Faktenlage heterogen. Hohmann (2009) berichtet im Schwimmen bzw. dem leichtathletischen Sprint von niedrigen bis mittleren, jedoch systematischen Zusammenhängen zwischen der Leistungsentwicklung der Wettkampfleistung in der mittleren bzw. späten Adoleszenz und der späteren Bestleistung im Erwachsenenalter ($0.1 \leq r \leq 0.4$). Werte von bis zu $r = 0.5$ beobachtet er beim Zusammenhang der Bestleistung mit der Entwicklungsgeschwindigkeit von Teilleistungen. Auf der anderen Seite bestätigen Letzelter und Freitag (1984) bzw. Güllich (1999) diese Zusammenhänge für die beiden sportlichen Disziplinen über verschiedene Altersstufen hinweg nur eingeschränkt. Zudem, und für die vorliegende Arbeit besonders relevant, finden Leyhr, Kelava, Raabe und Höner (2018) im Rahmen motorischer Tests von über 1100 jugendlichen Fußballspielern keinen signifikanten Einfluss der Leistungsentwicklung (U12 bis U15) auf das spätere Leistungsniveau im Erwachsenenalter.

Zuber et al. (2016) stellen die Entwicklung jugendlicher Fussballer mit einem personorientierten Ansatz über drei Jahre hinweg ganzheitlicher dar (vgl. Abbildung 2). Ihre Musteranalyse mit vier Variablen zeigt dabei hohe *strukturelle* und *individuelle Stabilitäten*. D.h. es bleiben einerseits die existierenden Cluster mit jeweils ähnlichen Mustern an den verschiedenen Messzeitpunkten relativ stabil. Andererseits zeigen sich auch die Muster einzelner Personen im zeitlichen Verlauf überwiegend stabil, wodurch sich diese an verschiedenen Messzeitpunkten überwiegend in ähnlichen Clustern wiederfinden. In Kombination mit den nicht zufällig verteilten Übertritten in ein dreifach gestuftes Leistungskriterium stellt sich abermals die Frage

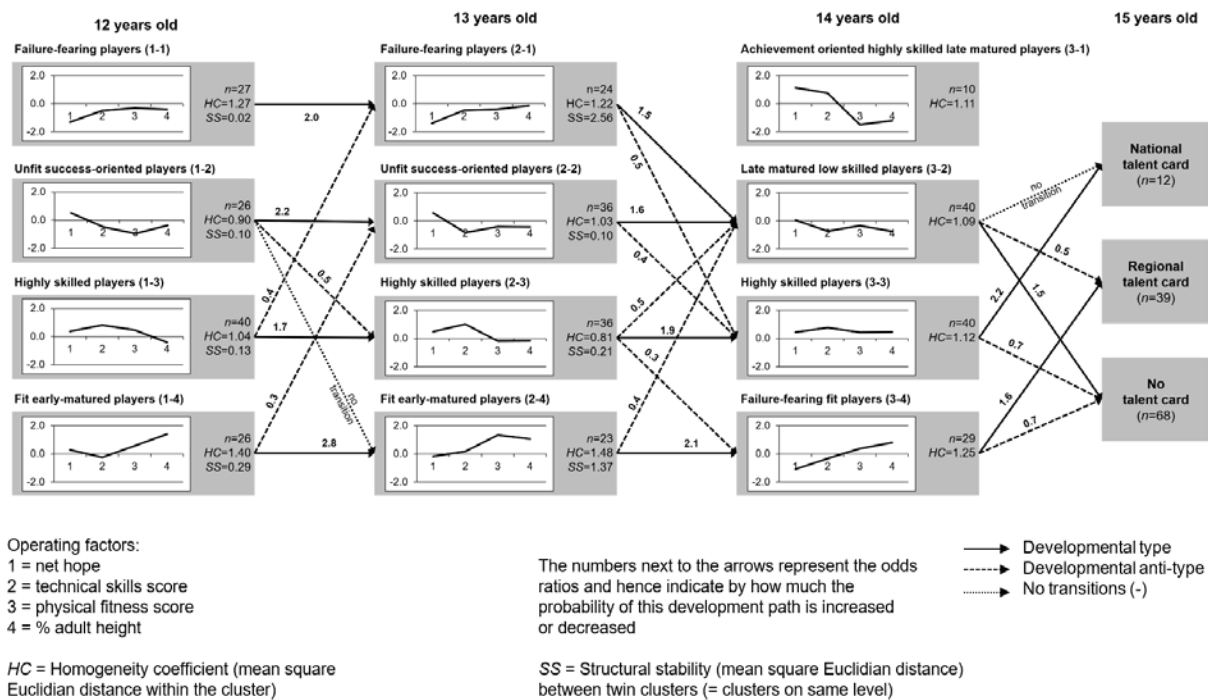


Abbildung 2: Musteranalyse mit der LICUR-Methode (vgl. Kapitel 2.3.1) zur Abbildung der Entwicklung von Schweizer Juniorensportlern (Zuber et al., 2016)

der Relevanz der Entwicklungsperspektive. Wenn viele Spieler über drei Jahre hinweg in ähnlichen Clustern sind, könnte dann eine Vorhersage über drei Jahre ähnlich erfolgreich sein wie jene über ein Jahr? Dies würde wiederum einen Hinweis für eine reduzierte Bedeutung der Dynamik implizieren. Problematisch könnte in diesem Zusammenhang der beobachtete Entwicklungszeitraum von drei Jahren sein. Während dies im Vergleich zu vielen Publikationen der Talentforschung bereits als umfassend einzustufen ist (Collins et al., 2018), sind in der Entwicklung vom jugendlichen Fussballtalent bis zum Experten im Erwachsenenalter Zeiträume von bis zu 15 Jahren zu berücksichtigen. In dieser längeren Periode könnte eine Abbildung verschiedener Entwicklungen über mehrere Messzeitpunkte eher einen Mehrwert der Dimension Dynamik aufzeigen.

In Summe sind die vorliegenden empirischen Arbeiten zur Bedeutung der Dynamik für unterschiedliche Fragen der Talentforschung von diversen Problemen begleitet. Der an der Praxis orientierte Ansatz, die Leistungsentwicklung als synonym für eine Entwicklungsperspektive heranzuziehen, kämpft mit Operationalisierungsproblemen und greift aufgrund der Reduktion auf eine Variable wohl zu kurz. Dadurch werden selbst im günstigeren Fall, trotz fundierter Methodik mit optimiertem Einbezug der Zeitfenster für die Entwicklung und Herauspartialisieren der Eingangsleistung, zwar systematische, jedoch in der Tendenz niedrige bis mittlere Zusammenhänge zwischen Leistungsentwicklung und späterer Bestleistung festgestellt (Hohmann, 2009). Zudem sprechen auch die eingesetzten Musteranalysen mit hohen individuellen Stabilitäten in den Entwicklungsverläufen tendenziell gegen eine ausgeprägte Bedeutung der Entwicklungsperspektive in der Talentforschung (Zuber et al., 2016).

2.2.2 Komplexität des Talentbegriffs

Die Komplexität des Talentbegriffs bildet die Frage nach dem Umfang der zu inkludierenden Person- und Umweltvariablen ab: Wie viele Variablen sollen miteinbezogen werden, um ein sportliches Talent adäquat selektionieren oder fördern zu können? Zieht man wieder das Schweizer Selektionskonzept PISTE als Indikator heran, wird in der Sportpraxis einer hohen Komplexität abermals eine zentrale Bedeutung eingeräumt. PISTE bietet zunächst neun sportartunabhängige Indikatoren an. Für eine fundierte Selektion in den jeweiligen Verbänden können diese um weitere sportartspezifische Kriterien ergänzt werden (Swiss Olympic, 2016).

In diesem Zusammenhang wurde im Fussball mehrfach die – aus statistischer Sicht triviale – Annahme nachgewiesen, dass der Einbezug mehrerer Prädiktorvariablen aus verschiedenen Dimensionen hinsichtlich eines sportlichen Leistungskriteriums eine signifikant bessere Varianzaufklärung liefert, als dies durch eine einzige Variable der Fall ist (Aquino et al., 2017; Huijgen, Elferink-Gemser, Lemmink & Visscher, 2014; Reilly, Williams, Nevill & Franks, 2000). Hohmann (2009) gelingt es im leichtathletischen Sprint bzw. Schwimmen über einen Prognosezeitraum von sieben Jahren mit fünf bzw. sieben Variablen zwischen 70% und 90% von Sportschülern einem dreifach gestuften Leistungskriterium im Höchstleistungsalter zuzuordnen. In der komplexeren Spielsportart Handball erreicht er mit sechs Variablen noch rund 60% richtiger Zuordnungen. Eine bzw. zwei der inkludierten Variablen beziehen sich dabei jeweils auf die Dynamik in Form von (Teil)Leistungsentwicklungen. Forsman, Blomqvist, Davids, Liukkonen und Kontinen (2016) konnten im Fussball mit den drei relevantesten Prädiktorvariablen über einen Prognosezeitraum von vier Jahren rund 86% der Spieler einem binären Leistungskriterium der Altersstufe U19 richtig zuordnen. Im Hinblick auf das vorangegangene Beispiel der Musteranalyse sind in dieser Methodik keine inferenzstatistischen Vergleiche zwischen verschiedenen Modellkonfigurationen möglich (vgl. Abbildung 2; Zuber et al., 2016). Ein Mehrwert komplexerer Modelle kann somit nicht explizit nachgewiesen werden.

Während empirische Befunde die in der Praxis angenommene Bedeutung der Entwicklungsperspektive bislang zu wenig untermauern konnten, scheint die Relevanz der Dimension Komplexität für Fragen der Talentselektion und Talentförderung recht einfach nachweisbar. Natürlich können deutliche methodische Vorteile dafür geltend gemacht werden (z.B. trivialer Nachweis aus statistischer Sicht; Komplexität hat verschiedenste Variablen zur Verfügung; schwierige Operationalisierung der dynamischen Entwicklungsperspektive). Eine sehr gute Prognosetauglichkeit mit komplexen Modellen ($n_{\text{Variablen}} > 1$) und der Einbezug der Entwicklungsperspektive als eine von fünf bzw. zwei von sechs oder sieben Variablen im Rahmen komplexer Modelle (Hohmann, 2009) könnten insgesamt darauf hinweisen, dass die Dynamik in Prognosemodellen für die Talentforschung eine geringere Relevanz einnimmt als die Komplexität.

2.3 Theoretisch-methodische Konsequenzen für die Talentforschung

Nachdem ein holistisch-interaktionistischer Anspruch an ein Talentverständnis als überwiegend gemeinsamer Nenner für die Talentforschung identifiziert wurde, sollen die aus diesem Anspruch resultierenden methodischen Konsequenzen aufgezeigt werden. Mögliche Probleme im Rahmen solcher Umsetzungen werden daran angeschlossen und mit Bezug zu reduktionistischen Alternativen beleuchtet.

2.3.1 Die holistisch-interaktionistische Perspektive zwischen theoretischem Anspruch und empirischer Realisierbarkeit

Wie bereits dargestellt, führt eine rahmentheoretische Verankerung der Talentforschung ins Feld der Entwicklungswissenschaft. Diese pflegt eine holistisch-interaktionistische Perspektive auf die menschliche Entwicklung (vgl. Kapitel 2.1.2; Magnusson, 1990). Will man auf Basis dieser Perspektive eine Forschungsfrage bearbeiten, sind zunächst zwei Aspekte zu berücksichtigen (Bergman et al., 2003): (a) die Entwicklungsperspektive – welche sich nach Magnusson (1990) durch nicht lineare Veränderungsprozesse auszeichnet – macht längsschnittliche Datenerhebungen unumgänglich; und (b) die Auswahl der im Forschungsvorhaben zu berücksichtigenden Variablen ist sorgfältig und ausgewogen vorzunehmen, da sich im Rahmen der Person-Umwelt-Interaktion die Bedeutung einzelner Variablen erst im Kontext des ganzheitlichen Zusammenspiels ergibt.

Versucht man anschliessend diese fundiert ausgewählten, längsschnittlich erhobenen und sich nicht linear entwickelnden Variablen nach holistisch-interaktionistischen Ansprüchen weiter zu bearbeiten, landet man bei Methoden des *personorientierten Ansatzes*. Dieser rückt, ganz im Sinne der Gestalttheorie aus den Anfängen des 20. Jahrhunderts (Bogat et al., 2016), das Individuum in den Mittelpunkt des Interesses und versucht jedes davon als prinzipiell einzigartig und ganzheitlich zu betrachten. Es interessiert somit, im Sinne der holistisch-interaktionistischen Perspektive, das ganzheitliche Zusammenspiel verschiedener Variablen im Hinblick auf ein einzelnes Individuum. Dabei kann versucht werden dieses nicht lineare Zusammenspiel tatsächlich ganzheitlich, d.h. mit allen relevanten Person- und Umweltvariablen³ abzubilden (*System*) oder sich auf Teilbereiche (*Subsysteme*) zu fokussieren, die sich in der Folge auch ausschliesslich aus Person- oder Umweltvariablen zusammensetzen können (vgl. Zibung, 2013; Zibung & Conzelmann, 2014; Zibung et al., 2016; Zuber et al., 2015, 2016). Wenngleich sich dieses Zusammenspiel in (Sub)Systemen durch die Komplexität im Person-Umwelt-System für jede Person verschiedenartig darstellt, werden diese Unterschiede – im Sinne eines Axioms des personorientierten Ansatzes – als vernachlässigbar angenommen, weil sie nicht relevant, nicht interpretierbar oder nicht signifikant seien (Bogat et al., 2016; von Eye & Bergman, 2003). Dadurch erwartet ein personorientierter Ansatz, dass es in jeder Grundgesamtheit lediglich eine überschaubare Anzahl an Subgruppen gibt, die sich jeweils durch ein spezifisches Muster, also über den Zustand des (Sub)Systems, welcher mittels der Konstellation der eingeschlossenen Variablen operationalisiert wird, beschreiben lassen (Bergman & Andersson, 2010).

In diesem Zusammenhang reduziert sich die Bedeutung einzelner Variablen. Stattdessen wird das Muster aus mehreren Variablen mit Interaktionen zwischen diesen Variablen zum Mittelpunkt des Interesses (Bergman & Wångby, 2014). Dabei gilt es zu bedenken, dass für ein solches Muster die Annahme „The totality has properties beyond those belonging to its parts.“ (Magnusson, 1990, S. 197) gilt und diese Betrachtungsweise daraus einen Mehrwert für sich beansprucht. Durch den zusätzlichen Fokus auf die Entwicklungsperspektive interessiert sich der personorientierte Ansatz insbesondere auch für die nicht linear angenommene Veränderung der Muster über die Zeit (Bogat et al., 2016). Aus der Perspektive der Talentforschung

³ Variablen werden im personorientierten Ansatz in der Regel synonym als *operierende Faktoren* bezeichnet. Um in den abwechselnden Betrachtungen aus person- und variablenorientierter Perspektive keine Auffassungsprobleme zu erzeugen, wird einheitlich von *Variablen* gesprochen.

würde im Rahmen personorientierter Methoden, vereinfacht ausgedrückt, eine ganzheitliche *Suche nach Talenten* stattfinden (vgl. Abbildung 3; Conzelmann et al., 2018). D.h. es interessiert ein, entsprechend der methodischen Möglichkeiten angepasstes, ganzheitliches und individuelles Bild eines sportlichen Talents.

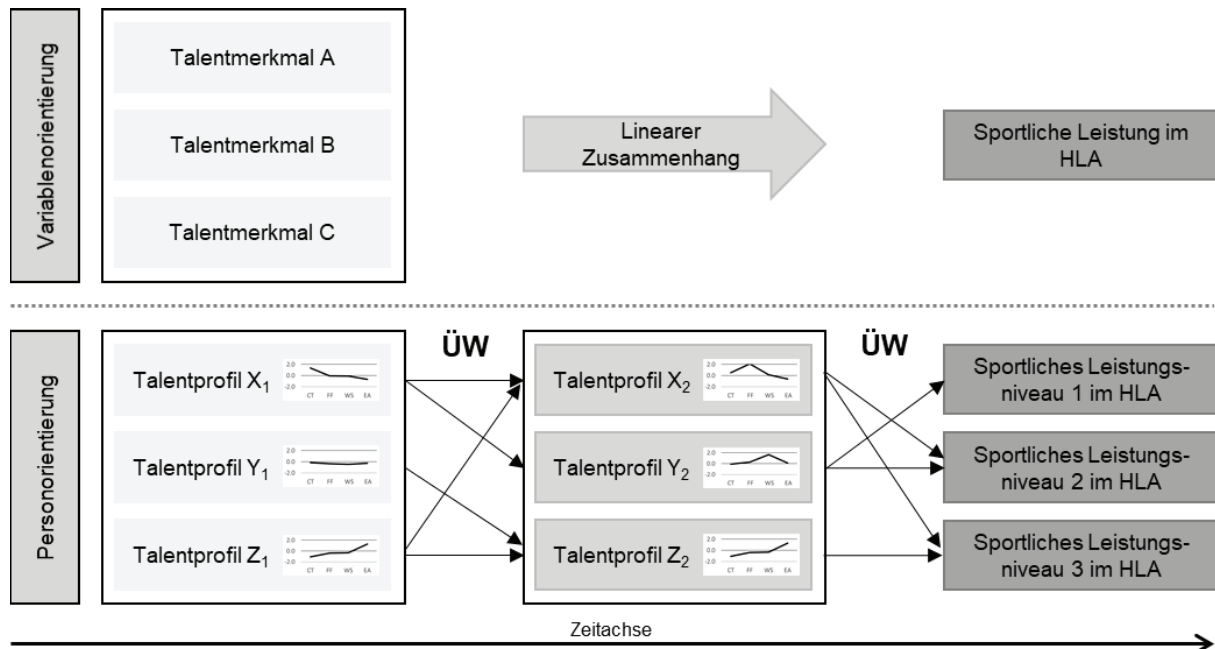


Abbildung 3: Schematische Vergleichsdarstellung zur Variablen- und Personorientierung: Suche nach Talentkriterien vs. Suche nach Talenten (modifiziert nach Conzelmann, Zibung und Zuber, 2016). HLA = Höchstleistungsalter, ÜW = Übertrittswahrscheinlichkeit

Während der personorientierte Ansatz im Sinne der Talentforschung vielversprechend klingt, entstehen aus den präsentierten Annahmen und Grundsätzen auch Schwierigkeiten. Laursen (2015) fragt sich z.B., was denn nach der Identifikation von Subgruppen und deren Entwicklung im methodischen Bereich noch folgen soll, um konkrete Quintessenzen daraus ziehen zu können. In diesem Zusammenhang kritisiert er den primär deskriptiven Fokus des personorientierten Ansatzes, während kausale Aussagen der Anspruch wissenschaftlichen Wirkens sein sollten. Bei Akzeptanz der holistisch-interaktionistischen Perspektive und dem personorientierten Ansatz muss man sich jedoch vom Anspruch auf Kausalitäten lösen. Bergman und Lundh (2015) geben diesbezüglich ein Beispiel aus der Meteorologie, warum eine Veränderung hin zur Suche nach stabilen, prototypischen Mustern und deren Entwicklung im zeitlichen Verlauf aus ihrer Sichtweise durchaus sinnvoll wäre und fehlende Kausalitäten kein Hindernis sind: „The principals of the weather system are rather well understood and good short-term predictions can be made. However, only rarely is the interest focused on finding single factors that cause rain” (S. 5).

Neben theoretischen finden sich jedoch auch praktische Gründe, warum die Anzahl beantwortbarer Fragestellungen mit dem personorientierten Ansatz eingeschränkt ist. Über weite Strecken der letzten Jahrzehnte wurde der variablenorientierte Ansatz (vgl. Kapitel 2.3.2) von einer deutlich grösseren Community eingesetzt, wodurch das Motiv für die Weiterentwicklung

von statistischen Methoden dieses Ansatzes wesentlich höher war (Bogat et al., 2016). In Anbetracht einer unterschiedlich weit gediehenen Entwicklung von statistischen Methoden, scheinen die, für den personorientierten Ansatz primär eingesetzten Musteranalysen komplexer in der Durchführung als ihre variablenorientierten Gegenstücke. Häufig verwendete Clusteranalysen können, u.a. aufgrund (a) des im Rahmen der Klassifikation nicht berücksichtigten Messfehlers, (b) der Uneinigkeit im Hinblick auf die einzusetzenden Distanzmasse und (c) des variablenorientierten Bezugs in der Berechnung der Distanzmasse aus aggregierten Daten, problematisch sein (Bergman & Andersson, 2010). Das gesteigerte Interesse an personorientierten Analysen führte in den letzten Jahren jedoch zu erweiterten methodischen Möglichkeiten (z.B. *Latente Klassenanalysen*), welche die genannten Probleme zum Teil abfedern können (Geiser, 2010; Sterba & Bauer, 2010).

Eine finale Hürde bei personorientierten Methoden ist die zentrale Bedeutung der Variablenauswahl. Wenngleich der Fokus nicht auf der Bedeutung einer einzelnen Variable liegt, so ist die Auswahl der Variablen für ein (Sub)System dennoch besonders relevant, weil die holistisch-interaktionistischen Wechselwirkungen zwischen den gewählten Variablen grossen Einfluss auf die Bedeutung der einzelnen Variablen im Kontext haben. Zudem ist durch den Fokus auf das Individuum ein hoher Anspruch an die Reliabilität der Variablen gegeben. Messfehler würden die Interpretierbarkeit der im Fokus stehenden individuellen Entwicklungen per se unmöglich machen (Bergman & Andersson, 2010).

Empirische Umsetzungen, die den holistisch-interaktionistischen Anspruch des Talentbegriffs und dementsprechend einen personorientierten Ansatz verfolgen, sind auf Basis der Arbeit von Zibung (2013) in der Folge u.a. bei Zibung und Conzelmann (2013) oder Zuber et al. (2016) zu finden. Dabei wird jeweils mit dem LICUR-Verfahren (Linking of Clusters after removal of a Residue; Bergman et al., 2003) eine multivariate Musteranalyse eingesetzt, welche die Analysen von Variablenkonstellationen eines (Sub)Systems ermöglicht und anhand mehrerer Messzeitpunkte die nicht lineare Veränderung in diesen Mustern über die Zeit darstellen kann (vgl. Abbildung 2 und 3). Zu diesem Zweck werden die Versuchspersonen an jedem Messzeitpunkt durch Clusteranalysen in wenige Subgruppen, also Personen mit ähnlichen Mustern, unterteilt. In der Folge fokussiert LICUR vor allem darauf, ob zwischen den Subgruppen unterschiedlicher Messzeitpunkte Ähnlichkeiten bzw. vom Zufall abweichende Übertrittswahrscheinlichkeiten existieren. D.h. sind bestimmte Subgruppen zu t_0 ähnlich zu Subgruppen zu t_1 bzw. wechseln Personen einer bestimmten Subgruppe zu t_0 signifikant häufiger in eine bestimmte Subgruppe zu t_1 ? Finalisiert werden diese Beobachtungen der Entwicklungswege mit Übergängen in Richtung eines bestimmten Entwicklungsergebnisses (z.B. Leistungskriterium), welche wiederum auf Abweichungen vom Zufall untersucht werden (Bergman et al., 2003; Zibung, 2013).

Bereits in Abbildung 2 wurde eine Umsetzung von LICUR in der Talentforschung grafisch dargestellt (Zuber et al., 2016). Über drei Messzeitpunkte werden dabei mithilfe eines Subsystems aus vier Variablen die Entwicklungswege von jugendlichen Fussballern hin zu einem dreifach gestuften Leistungskriterium dargestellt. Es können im vorliegenden Fall sowohl Ähnlichkeiten der Subgruppen zwischen den Messzeitpunkten als auch über- und unterzufällig häufige Übertritte zwischen verschiedenen Subgruppen an den Messzeitpunkten bzw. hin zum Leistungskriterium beobachtet werden. Zusätzlich zu den weiter oben erwähnten Problemen des personorientierten Ansatzes werden anhand dieses Beispiels weitere Limitationen erkennbar. Mit lediglich vier Variablen scheint eine Entwicklung von jugendlichen Fussballspielern nur bedingt

holistisch-interaktionistisch abgebildet. Allerdings ist die Interpretation der Musteranalyse in der vorliegenden Form bereits für einen Messzeitpunkt komplex, umso mehr jedoch für die Abbildung des Entwicklungsaspekts über drei Messzeitpunkte. Mit jeder weiteren inkludierten Variable müsste – ähnlich den *Permutationen* (Anordnungsmöglichkeiten) in der Kombinatorik – die Zahl an möglichen Mustern der Variablenkonstellation an einem Messzeitpunkt überproportional ansteigen. Nimmt man beispielsweise eine Musteranalyse mit vier Variablen und jeweils drei Ausprägungsmöglichkeiten dieser Variablen an, würden sich 81 mögliche Muster ergeben. Bei der Hinzunahme einer weiteren Variable mit drei Ausprägungsmöglichkeiten wären es bereits 243 mögliche Muster. Im Beispiel aus Abbildung 2 könnte es daher bei Inklusion einer fünften Variable deutlich schwieriger werden, die Ergebnisse sinnvoll zu interpretieren. Einzig die als Axiom formulierte Annahme, dass es lediglich eine überschaubare Anzahl an Subgruppen – und somit an möglichen Mustern – in einer Grundgesamtheit gibt, würde hier als Gegenargument taugen (Bergman & Andersson, 2010). Dennoch beschreibt die jedenfalls zunehmende Komplexität mit steigender Variablenzahl ein Dilemma, das der in der Theorie existierende holistisch-interaktionistische Anspruch nach sich zieht: Einerseits soll die Ganzheitlichkeit und ihre Entwicklung möglichst umfassend dargestellt werden; je komplexer aber dargestellt wird, desto schwieriger fällt es inhaltlich sinnvoll zu interpretieren. Unter diesem Gesichtspunkt ist vermutlich jede gegenwärtig verfügbare statistische Methode zu gewissen Reduktionen gegenüber dem theoretisch formulierten holistisch-interaktionistischen Anspruch gezwungen. Ein weiteres Problem von LICUR ist die fehlende Möglichkeit, inferenzstatistische Vergleiche zwischen unterschiedlichen Modellkonfigurationen vorzunehmen. So kann z.B. nicht geprüft werden, ob eine Musteranalyse mit fünf anstatt vier Variablen signifikant bessere Ergebnisse zur Erklärung der Entwicklungswege liefert. Anhand unterschiedlicher Übertrittswahrscheinlichkeiten und entsprechend dem generellen Fokus des personorientierten Ansatzes wäre dieser Vergleich ausschliesslich auf deskriptiver Ebene möglich (Laursen, 2015).

Abseits von LICUR gibt es diverse weitere Möglichkeiten, den personorientierten Ansatz methodisch umzusetzen. In der Talentforschung verwenden Hofseth, Toering, Jordet und Ivarsson (2017) bzw. Ivarsson et al. (2015) in diesem Zusammenhang die bereits erwähnten, aktuelleren *Latenten Klassenanalysen*. Diese Methode ermöglicht es z.B. die Modellgüte aufgrund unterschiedlicher Fit-Indizes zu bestimmen bzw. ein Modell mit n Subgruppen gegen ein Modell mit $n-1$ Subgruppen unmittelbar zu vergleichen (Geiser, 2010; Sterba & Bauer, 2010). Ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Modellkonfigurationen wird dadurch auf deskriptiver Ebene erleichtert, wenngleich er inferenzstatistisch wiederum (noch) nicht möglich ist.

Weil sie einem anderen theoretischen Forschungsstrang entwachsen sind, fehlen *Künstliche Neuronale Netzwerke* in Aufzählungen personorientierter Methoden (Bergman & Wångby, 2014). Dennoch zeigen sie bei Anwendungen in der Talentforschung ebenso vielversprechende Ansätze (Hohmann, 2009; Pfeiffer & Hohmann, 2012; Pion et al., 2017). Durch die Möglichkeit zur komplexen und nicht linearen Modellierung entstehen in der Anwendung dieser Netzwerke jedoch erneut Probleme: Im Sinne einer Art *Black Box* werden kausale Zuschreibungen unterdrückt, wodurch Ergebnisse jeweils wiederum schwer zu interpretieren sind (Zhang et al., 2018).

2.3.2 Notwendigkeit und Möglichkeiten reduktionistischer Empirie

Wenngleich ein entwicklungswissenschaftlicher Rahmen für die Talentforschung angezeigt und erstrebenswert erscheint (Conzelmann et al., 2018), stellt die daraus folgende theoretische Perspektive mit einem holistisch-interaktionistischen Anspruch eine (zu) hohe Hürde für methodische Umsetzungen dar (Laursen, 2015). Dadurch ist vermutlich jede empirische Bearbeitung in der Talentforschung zu einer Reduktion gegenüber diesem Anspruch gezwungen. Auch die dargestellten personorientierten Methoden abstrahieren den holistisch-interaktionistischen Anspruch bis zu einem gewissen Grad (vgl. Zibung, 2013; Zuber et al., 2016). Trotz dieser Reduktion ist mit diesen Methoden der Umfang an klar beantwortbaren Fragestellungen relevant eingeschränkt (Bogat et al., 2016). Um dennoch verschiedenste Praxisprobleme der Vereine und Verbände empirisch bearbeiten zu können, sind somit diverse Möglichkeiten der (zusätzlichen) Reduktion des holistisch-interaktionistischen Anspruchs in Betracht zu ziehen. Nachfolgend werden vier naheliegende Reduktionsmöglichkeiten dargestellt.

Erstens kann im Bereich der Dimension Dynamik (vgl. Kapitel 2.2.1) eine Reduktion gegenüber dem holistisch-interaktionistischen Anspruch vorgenommen werden. Wie erläutert würde die theoretische Perspektive ein kontinuierliches Abbild der dynamischen Interaktion aller entwicklungsrelevanten Variablen voraussetzen. Im dargestellten Beispiel der LICUR-Methode wird dieser Anspruch auf eine Darstellung an drei Messzeitpunkten reduziert (vgl. Abbildung 2; Zuber et al., 2016). Wie in vielen Beiträgen der Talentforschung umgesetzt, ist aber durchaus eine weitere Reduktion auf dieser Dimension anzudenken. Im Sinne eines statischen Interaktionismus können die – in empirischen Umsetzungen als unabhängige Variablen definierten – entwicklungsrelevanten Variablen nur zu einem Messzeitpunkt abgebildet werden (t_0), um diese Variablenkonstellation mit einer abhängigen Variable (Leistungskriterium) an einem späteren Zeitpunkt (t_1) in Verbindung zu bringen (vgl. Williams & Reilly, 2000; Zibung & Conzelmann, 2013). Weil bislang in empirischen Arbeiten keine ausgeprägte Bedeutung der Dynamik nachgewiesen wurde (vgl. Kapitel 2.2.1), könnten die Auswirkungen einer Reduktion auf dieser Dimension von überschaubarem Ausmass sein.

Zweitens kann die Dimension der Komplexität (vgl. Kapitel 2.2.2) gegenüber dem theoretischen Anspruch des Holismus reduziert werden. Der Einschluss einer reduzierten Zahl an entwicklungsrelevanten Variablen wird mit der Anwendung von Subsystemen in personorientierten Methoden sogar explizit vorgeschlagen, um sich gegebenenfalls nur auf Teilbereiche des ganzheitlichen Abbilds zu fokussieren (Bergmann et al., 2003). Allerdings gilt es zu beachten, dass die Bedeutung einer hohen Komplexität mehrfach nachgewiesen (Aquino et al., 2017; Huijgen et al., 2014; Hohmann, 2009; Reilly et al., 2000) und aus statistischer Sicht naheliegend ist (d.h. mehr Variablen können mehr Varianz erklären). Umfassende Reduktionen auf dieser Dimension könnten daher mit deutlichen Einschnitten im Erkenntnisgewinn verbunden sein.

Drittens kann im Bereich des individuellen Fokus, d.h. der Dimension *Individualität* eine Reduktion vorgenommen werden. Ganz im Sinne der entwicklungswissenschaftlichen Forderung bleibt in personorientierten Bearbeitungen der Fokus auf das Individuum – als Träger aller entwicklungsrelevanten Variablen mit seinem (möglichst ganzheitlichen) Muster – erhalten (Bogat et al., 2016). Im Hinblick auf die Bildung einer überschaubaren Anzahl an Subgruppen wird jedoch wiederum bereits in dieser methodischen Perspektive die Annahme individueller Entwicklungswege reduziert. Weitere Reduktionen wären insofern möglich, als dass auch die

Betrachtungsweise der existierenden Subgruppen aufgegeben werden kann. Als Folge würde für alle Individuen einer Grundgesamtheit ein einheitliches (Entwicklungs)Modell impliziert. Dieses Modell würde über Gruppenmittelwerte der einbezogenen Variablen, in denen jeweils die Merkmalsausprägungen aller Individuen aufgehen, dargestellt werden (Bergman & Andersson, 2010; Bergman & Lundh, 2015; Bogat et al., 2016). Aufgrund fehlender empirischer Evidenz können mögliche Auswirkungen einer solchen Reduktion nicht abgeschätzt werden.

Als vierte und letzte Möglichkeit könnte die Perspektive des Zusammenspiels zwischen den entwicklungsrelevanten Variablen, also die Dimension *Art der Zusammenhänge* reduziert werden. Diese Beziehungen werden in der Entwicklungswissenschaft im Prinzip als beliebig impliziert (Magnusson, 1990). Ebenso offen werden die Zusammenhänge der Variablen in personorientierten Zugängen modelliert. Daraus resultieren jedoch diverse Probleme, u.a. werden kausale Zuschreibungen dadurch unmöglich (Laursen, 2015). Aus diesem Grund könnte eine Reduktion dieser offenen Zusammenhänge zielführend sein. Angesichts einer mathematischen Vereinfachung und der somit folgenden Erweiterung der methodischen Möglichkeiten bietet sich eine Reduktion auf lineare Zusammenhänge an (Bogat et al., 2016).

Vor allem durch einen Perspektivenwechsel im dritten und vierten Aspekt wird der Einsatz eines umfangreicheren statistischen Methodenrepertoires möglich (u.a. inferenzstatistische Modellvergleiche). Verändert man den Fokus in diesen beiden Punkten, kann ein variablenzentrierter Ansatz, und somit Methoden aus dem *Allgemeinen Linearen Modell* (ALM), zur Bearbeitung herangezogen werden. Letzteres beschäftigt sich mit dem linearen Zusammenhang zwischen einzelnen Variablen auf Basis aggregierter Daten (Bogat et al., 2016). Übersetzt für den Bereich der Talentforschung wäre dies mit einer Suche nach allgemein gültigen Talentkriterien gleichzusetzen, die für alle in Frage kommenden sportlichen Talente denselben linearen Zusammenhang zur sportlichen Höchstleistung haben sollen (vgl. Abbildung 3; Conzelmann et al., 2018).

2.3.3 Abwägen im Dilemma zwischen Theorie und Empirie

Aus den Erläuterungen zu einem holistisch-interaktionistischen Anspruch sollte deutlich hervorgegangen sein, dass dieser ein theoretisches Ideal darstellt, welches in einem empirischen Forschungsprozess unter der Prämisse der Lösung eines relevanten Problems der Praxis in Vereinen oder Verbänden aktuell nicht vollständig umgesetzt werden kann. Die aufgezeigten Einschränkungen der personorientierten LICUR-Methode (z.B. nur mit eingeschränkter Zahl an Variablen zielführend durchführbar) machen ein Dilemma zwischen einem holistisch-interaktionistischen Ideal und der Interpretierbarkeit der Analysen aus empirischen Umsetzungen offensichtlich. Dementsprechend sind aktuell eingesetzte personorientierte Methoden auch bereits reduktionistisch gegenüber ihrem entwicklungswissenschaftlich verankerten Anspruch (Zibung, 2013). In Kapitel 2.3.2 wurden dementsprechend verschiedene Dimensionen aufgezeigt, in denen empirische Forschungsprozesse Reduktionen gegenüber dem holistisch-interaktionistischen Anspruch vornehmen können. In Summe stellt sich daher für die Bearbeitung unterschiedlicher Probleme der Talentforschung nicht mehr die Frage ob, sondern lediglich noch (a) in welchem Ausmass eine Reduktion des holistisch-interaktionistischen Anspruchs vorgenommen werden muss oder vorgenommen werden kann und (b) welche Konsequenzen daraus resultieren. Diese beiden Fragen gilt es in Anbetracht des zu bearbeitenden Problems jeweils entsprechend der dargelegten Argumente abzuwägen.

3. Einordnung der Publikationen in die sportwissenschaftliche Talentforschung

Im theoretischen Rahmen wurde dargelegt, dass sich ein holistisch-interaktionistischer Anspruch in Abhandlungen zur Talentforschung als gemeinschaftliche Basis etabliert hat. Obwohl entsprechende methodische Konsequenzen bereits vielversprechend eingesetzt wurden, gehen diese mit verschiedenen Problemen einher (z.B. sind Fragestellungen zur Effektivität verschiedener Selektionsmodelle damit nicht klar beantwortbar). Eine Reduktion des umfassenden Anspruchs erscheint daher eine mögliche oder notwendige Alternative für empirische Umsetzungen. In diesem Zusammenhang versucht die vorliegende Arbeit die übergeordnete Fragestellung zu beantworten, welche Konsequenzen ein methodisches Abrücken von holistisch-interaktionistischen Ansprüchen für den Erkenntnisgewinn im Bereich der Talentselektion und Talentförderung im Fussball nach sich zieht. Dieses Abrücken wird dabei mittels folgender vier Aspekte realisiert:

- (a) Reduktion der holistisch-interaktionistischen Perspektive auf der Dimension *Dynamik des Talentbegriffs*,
- (b) Reduktion der holistisch-interaktionistischen Perspektive auf der Dimension *Komplexität des Talentbegriffs*,
- (c) Reduktion der holistisch-interaktionistischen Perspektive auf der Dimension *Individualität*,
- (d) Reduktion der holistisch-interaktionistischen Perspektive auf der Dimension *Art der Zusammenhänge*.

Die Bearbeitung dieser mehrfach gestuften Fragestellung wurde durch einen Zugriff auf Daten aus dem Projekt *Talentselektion und Talentförderung im Schweizer Fussball* ermöglicht. Dieses wurde unter der Leitung von Prof. Dr. Achim Conzelmann im Rahmen einer Kooperation zwischen dem Institut für Sportwissenschaft der Universität Bern und dem Schweizer Fussballverband von 2010 bis 2018 durchgeführt. Über die vorliegende Arbeit hinausgehende Ergebnisse und Erkenntnisse des Projekts können dem Zwischen- bzw. Abschlussbericht entnommen werden (Sieghartsleitner, Zuber & Conzelmann, 2018; Zuber & Conzelmann, 2015).

In Summe nahmen 393 talentierte Fussballer des Jahrgangs 1999 aus unterschiedlichen Regionen der Schweiz am Forschungsprojekt teil und wurden entsprechend ihrer Partizipation am Talentfördersystem des Schweizer Fussballverbandes längsschnittlich begleitet. Hinsichtlich des Forschungsdesigns wurde ein hybrider Ansatz verwendet, welcher sich im Rahmen der Talentforschung durch eine Zusammenführung von retro- und prospektiver Datengewinnung auszeichnet (Hohmann, 2009). Dadurch kam am ersten Messzeitpunkt im Herbst 2011 (Altersstufe U13) neben der Erhebung von anthropometrischen, motorischen und psychologischen Merkmalen auch eine retrospektive Befragung zu Umfeldmerkmalen (Training, familiäres und schulisches Umfeld) zum Einsatz. Gemeinsam mit Trainereinschätzungen über das Potential der jugendlichen Fussballspieler wurden alle genannten Bereiche im Abstand von sechs (Anthropometrie, Motorik) bzw. zwölf Monaten (Psychologie, Umfeld, Trainereinschätzung) bis zum zwölften und letzten Messzeitpunkt über sechs Jahre hinweg prospektiv erhoben. Die letzte Datenerhebung fand im Frühling 2017 statt (Altersstufe U18).

Grundlegende Forschungsfragen des Projekts beschäftigten sich mit der wissenschaftlichen Güte der eingesetzten Instrumente aus den unterschiedlichen Gegenstandsbereichen. Insbesondere stand dabei die prognostische Validität zur Erklärung späterer Leistungskriterien im

Mittelpunkt. Der prognostischen Tauglichkeit einzelner Merkmale wurde allerdings wenig Beachtung geschenkt, vielmehr zielte das Projekt ganz im Sinne eines holistisch-interaktionistischen Anspruches auf Erkenntnisse zu bestimmten Konstellationen von entwicklungsrelevanten Merkmalen ab, welche sich im Rahmen der Selektion und Förderung von Schweizer Fussballtalenten als besonders effektiv erweisen (Conzelmann et al., 2016).

In Anlehnung an das „Grundproblem der Talentforschung“ (Conzelmann et al., 2018) wird versucht, die Konsequenzen des *methodischen Reduktionismus* an problemorientierten Publikationen zu überprüfen, welche aus ontogenetischer Sicht aufeinander aufbauen und nachfolgend entsprechend dieser Perspektive in Kapitel 3.1 bis 3.3 dargelegt werden.

3.1 “The early specialised bird catches the worm!” - A specialised sampling model in the development of football talents

Der erste Beitrag beschäftigt sich mit Charakteristiken von Lernaktivitäten im Rahmen der Sportpartizipation bis zum Alter von zwölf Jahren. Hinsichtlich späterem sportlichen Erfolg werden in der Literatur dazu zwei diametral unterschiedliche Entwicklungswege der Spezialisierung (Ericsson, Krampe & Tesch-Römer, 1993) bzw. Diversifikation (Côté, Baker & Abernethy, 2003) diskutiert. Auf einer theoretischen Ebene versucht sich dieser Beitrag von der eindimensionalen und dichotomisierten Debatte zwischen den genannten Extrempolen zu lösen. In Anlehnung an Vorüberlegungen von Storm, Henriksen und Christensen (2012), Zibung und Conzelmann (2013) bzw. Coutinho, Mesquita und Fonseca (2016) wird stattdessen ein zweidimensionales Modell aus Kontinuen der Aufgabenspezifität (*domain specificity*) bzw. der Leistungsorientierung (*performance orientation*) als Grundlage für die Problemlösung herangezogen. Weil aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen (z.B. Selektionsdruck, Charakteristik der Sportart, Höchstleistungsalter) eine allgemeingültige Lösung in der Spezialisierungsfrage nicht naheliegend scheint (Suppiah, Low & Chia, 2015), versucht der Beitrag in Kombination mit einer vorangegangenen Untersuchung der Berner Arbeitsgruppe auf eine Beschreibung von erfolgsversprechenden Konstellationen im Schweizer Fussball zu fokussieren (Zibung & Conzelmann, 2013). In diesem Zusammenhang wird der Fragestellung nachgegangen, ob im Schweizer Nachwuchsfussball spezialisierte oder diversifizierte sportliche Lernaktivitäten bis zum Alter von zwölf Jahren für die Entwicklung hoher sportlicher Leistungen in der mittleren Adoleszenz geeigneter sind?

Zur methodischen Bearbeitung wurde im Sinne einer ergänzenden Erkenntnis eine vergleichbare Methodik wie bei Zibung und Conzelmann (2013) eingesetzt. Es wurden vier Variablen (Anzahl Stunden im *Clubtraining*, im *Freien Fussball*, in *Weiterer sportlicher Aktivität* bzw. *Eintrittsalter in den Clubfussball*) im Rahmen der LICUR-Methode (Bergman et al., 2003) zu einem Subsystem *Training im Kindesalter* zusammengefasst und die entsprechenden Clusterkonstellationen im Hinblick auf Übertritte in ein dreifach gestuftes Leistungskriterium im Nachwuchsfussball analysiert (U-Nationalspieler, Juniorenspitzenfussballer, Breitenfussballer). Obschon durch die Anwendung der Methode aus dem personorientierten Ansatz die Ansprüche holistisch-interaktionistischer Umsetzungen teilweise erfüllt sind (z.B. nicht lineare Interaktion, Individualität), sind zweierlei Reduktionen vorgenommen worden. Einerseits wurde im Bereich der Komplexität auf die Betrachtung eines Subsystems von Umweltvariablen aus dem Bereich Training eingeschränkt. Dieses Subsystem ist mit vier operierenden Faktoren in der Folge auch noch recht eng gefasst (Zibung, 2013). Andererseits wurde die Dimension der

Dynamik, also die Entwicklungsperspektive auf Ebene der unabhängigen Variablen, ausgespart. Weil in den Stundenumfängen für die verschiedenen Lernaktivitäten der gesamte Zeitraum vom individuellen Beginn des Fussballspielens bis hin zur Altersgrenze von zwölf Jahren für jede der drei Variablen additiv zusammengefasst wurde, besteht auf Ebene der unabhängigen Variablen lediglich ein Messzeitraum, der anschliessend eine Projektion auf ein späteres Leistungskriterium vornimmt.

Im Einklang mit den Ergebnissen von Zibung und Conzelmann (2013) konnte eine sportartspezifische Ausrichtung der Lernaktivitäten im Kindesalter als tendenziell erfolgsversprechend nachgewiesen werden. Die höchsten Chancen auf eine Zugehörigkeit zu Schweizer U-Nationalmannschaften hatten Spieler mit einem überdurchschnittlichen Umfang im Clubtraining bzw. einem besonders hohen Umfang im Freien Fussball. In Bezug zum zweidimensionalen Modell aus Aufgabenspezifität und Leistungsorientierung wurde demzufolge geschlossen, dass eine hohe Aufgabenspezifität (d.h. ein deutlich sportartspezifischer Fokus) mit einer variablen Ausrichtung hinsichtlich der Leistungsorientierung der Lernaktivitäten überzufällig erfolgsversprechend erscheint. Zumal sich dies in gewisser Weise als Mittelweg zwischen den Extrempolen Spezialisierung und Diversifikation darstellt, wurde dieser erfolgsversprechende Weg als *Specialised Sampling-Modell* bezeichnet und steht bereits durch seinen Namen für eine Kombination einer frühen Spezialisierung auf die Zielsportart mit einem Sammeln von unterschiedlichen Erfahrungen innerhalb dieser Zielsportart.

Im Hinblick auf die Beantwortung der übergeordneten Fragestellung gelingt es auch ohne vollständige Umsetzung des holistisch-interaktionistischen Anspruchs neue Erkenntnisse für die Talentförderung im Kindesalter zu generieren. Dies scheint unterschiedlichen Aspekten geschuldet. Zunächst wurde mitunter auf Ebene des Entwicklungsaspekts reduziert, welcher aus empirischer Sicht vielleicht eine geringere Bedeutung hat (vgl. Kapitel 2.2.1). Darüber hinaus wurde der Untersuchungszeitraum auf sportliche Lernaktivitäten in einem Zeitraum bis zum Alter von zwölf Jahren eingeschränkt. Erweitert man diesen Zeitraum auf den gesamten Entwicklungsweg bis ins Höchstleistungsalter, was schlussendlich Ziel der Talentforschung wäre, könnte sich das Fehlen der ausgeklammerten Entwicklungsperspektive deutlicher bemerkbar machen. In diesem Zusammenhang könnte man z.B. auf Basis des Sportpartizipationsmodells von Côté, Baker und Abernethy (2007) auf drei Entwicklungsphasen bis zum Erreichen der sportlichen Expertise verweisen (Sampling Years, Specializing-Years und Investment-Years), welche in mehreren Messzeitpunkten abgebildet werden müssten. Abschliessend gilt es zu erwähnen, dass sowohl ein individueller Fokus als auch nicht lineare Interaktionen in dieser Publikation abgebildet sind. Zibung (2013) weist diese beiden Bereiche als elementar für eine erfolgreiche Bearbeitung seiner ähnlichen Fragestellung aus, wodurch über grössere Einschränkungen des Erkenntnisgewinns im Falle einer weiteren Reduktion der vorliegenden Methodik spekuliert werden kann. Vermutlich wären Erkenntnisse hinsichtlich des zweidimensionalen Konstrukts aus Aufgabenspezifität und Leistungsorientierung auf der Strecke geblieben. Durch die personorientierte Analyse konnte ein vertiefter Einblick in die Wechselwirkungen zwischen den Trainingsumfängen im freien oder geleiteten Fussball bzw. weiteren sportlichen Aktivitäten gewonnen werden. Auf dieser Basis war es möglich, das *Specialised Sampling-Modell* als aussichtsreichste Variante zu identifizieren.

3.2 “Science or coaches’ eye? – Both!” Beneficial collaboration of multidimensional measurements and coach assessments for efficient talent selection in elite youth football

Nach einer Phase der frühen Talentförderung, die in der ersten Publikation bearbeitet wurde, muss in jedem Fördersystem früher oder später mit Selektionsmassnahmen begonnen werden. Diesbezüglich beschäftigt sich der zweite Beitrag mit Handlungsoptionen für die Talentselektion im Jugendfußball. In der Frage nach effektiven Selektionsinstrumenten ist ein deutlicher Theorie-Praxis-Graben erkennbar: Die Sportpraxis legt einen Fokus auf subjektive Trainereinschätzungen, während die Wissenschaft multidimensionale Selektionsmodelle mit Messdaten propagiert (Christensen, 2009; Höner, Leyhr & Kelava, 2017). Ein Grund für die Existenz dieser unterschiedlichen Auffassungen könnte im bislang unzureichend bestätigten Nutzen der multidimensionalen Messmodelle liegen, zumal bislang kein direkter Vergleich der Effektivität von subjektiven Trainereinschätzungen und multidimensionalen Messmodellen vorliegt (Schorer, Rienhoff, Fischer & Baker, 2017). Dementsprechend geht die zweite Publikation der konkreten Fragestellung nach, ob eine subjektive Trainereinschätzung oder ein multidimensionales Modell aus erhobenen Messdaten besser geeignet ist, um Talente in der frühen Adoleszenz zu selektionieren?

Im Rahmen der methodischen Bearbeitung wurden multidimensionale Daten aus den Bereichen Trainereinschätzung, allgemeine und spezifische motorische Tests, psychologische Tests, familiäre Unterstützung, Trainingshistorie und biologische Entwicklung auf Altersstufe U14 herangezogen. In unterschiedlichen Modellkombinationen sollten diese Daten mithilfe von Klassifikationsmodellen (binär logistische Regression und Grenzwertoptimierungskurve; Robin et al., 2011) ein binäres Leistungskriterium auf Altersstufe U19 erklären (*Professionelle Spieler* vs. *Amateure*). Abschliessend wurden unterschiedliche Modellkombinationen hinsichtlich ihrer Diskriminationsfähigkeit mit einem parameterfreien Verfahren verglichen (DeLong, DeLong & Clarke-Pearson, 1988). Unter diesen Voraussetzungen wurde somit wiederholt auf eine Entwicklungsperspektive verzichtet, zumal die unabhängigen Variablen ausschliesslich im Rahmen einer einzigen Altersstufe erhoben wurden. Zudem wird die holistisch-interaktionistische Perspektive durch die Anwendung von Klassifikationsmodellen aus dem ALM verlassen und die Betrachtungsweise auf den Dimensionen Individualität und Art der Zusammenhänge verändert. Somit kommen aggregierte Daten anstelle des individuellen Fokus zum Einsatz und beliebige Zusammenhänge werden durch lineare ersetzt.

Zunächst kann das bereits beschriebene – aus statistischer Sicht triviale – Phänomen bestätigt werden, dass komplexere Selektionsmodelle mit mehr Variablen in der Regel ein abhängiges Leistungskriterium besser erklären können, als Modelle mit weniger Variablen. Auf der anderen Seite kann jedoch auch die von der Praxis angenommene Relevanz der subjektiven Trainereinschätzung unterstrichen werden: Die anhand einer einzigen Variable vorgenommene Einschätzung liefert kein signifikant schlechteres Diskriminationsergebnis, als ein multidimensionales Messmodell mit sechs Variablen. Kombiniert man das multidimensionale Messmodell mit der Trainereinschätzung, so entsteht ein Prognosemodell, welches signifikant besser ist als seine beiden Einzelkomponenten. Somit bleibt als Schlussfolgerung, dass sowohl der in der Praxis gängige Einsatz von subjektiven Trainereinschätzungen, als auch die Forderung der Wissenschaft nach multidimensionalen Messmodellen ihre Berechtigung haben. Am effektivsten für eine Talentselektion in der frühen Adoleszenz zeigt sich eine Kombination dieser beiden gängigen Selektionsinstrumente. Dabei kann sowohl eine subjektive Trainereinschätzung durch multidimensionale Messungen verbessert werden als auch umgekehrt.

Hinsichtlich der übergeordneten Fragestellung sind die vorgenommenen reduktionistischen Abweichungen vom holistisch-interaktionistischen Anspruch als Notwendigkeit einzustufen, um inferenzstatistische Vergleiche zwischen verschiedenen Modellkombinationen zu ermöglichen (Laursen, 2015). Somit kann argumentiert werden, dass die vorliegenden Erkenntnisse nicht trotz einer Reduktion des holistisch-interaktionistischen Anspruchs zustande kamen, sondern erst durch dieses Abrücken ermöglicht wurden. Abermals gilt jedoch: Eine weitere Reduktion, z.B. in der Dimension Komplexität würde den Erkenntnisgewinn dieser Publikation vermutlich deutlich reduzieren. In diesem Fall könnten lediglich noch die Wertigkeiten einzelner Dimensionen für die Talentselektion verglichen werden. In Anbetracht des dargelegten Forschungsstands verspricht die Prüfung eines multidimensionalen oder holistischen Messmodells in diesem Zusammenhang einen deutlichen Mehrwert. Durch die Abkehr von den personorientierten Methoden bleibt allerdings die Frage, inwieweit die Interaktions- und Kompensationsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Talentmerkmalen des multidimensionalen Messmodells adäquat repräsentiert werden konnten bzw. wie gross der Mehrwert nicht linearer Interaktionen für die Erklärung des Leistungskriteriums wäre (Meylan, Cronin, Oliver & Hughes, 2010).

3.3 Talent selection in youth football: Specific rather than general motor performance predicts future player status of football talents

Auf die frühe Talentförderung und eine erste Talentselektion folgend, wechseln sich in standardmässig aufgebauten Talentfördersystemen in der Regel Phasen der Talentförderung und Talentselektion wiederholt ab (Bailey & Collins, 2013). Ganz in diesem Sinne zielt die dritte Publikation darauf ab, die Tauglichkeit von allgemeinen (d.h. den Bereich *Kondition* betreffend) oder spezifischen (d.h. den Bereich *Technik* betreffend) motorischen Tests im Rahmen der wiederholten Selektionen in der frühen und mittleren Adoleszenz zu überprüfen. Dies ist im Kontext der Umsetzungsprobleme von multidimensionalen Ansätzen für die Talentselektion in Vereinen und Verbänden relevant. Einerseits erscheint die Integration vieler Variablen in ein multidimensionales Selektionsmodell zwar vielversprechend (Williams & Reilly, 2000), andererseits liegen aber noch keine allgemeingültigen Lösungen im Hinblick auf eine adäquate Abbildung von Interaktionen und Kompensationen zwischen den einzelnen Talentmerkmalen im Rahmen von multidimensionalen Modellen mit zahlreichen Variablen vor. Für die Talentforschung bleibt somit die Frage nach den stärksten Einzelprädiktoren für spätere Höchstleistungen relevant. Primär aufgrund höherer Aufgabenspezifität und geringerer Beeinflussung durch die biologische Entwicklung wird, aus theoretischer Perspektive, den spezifischen motorischen Tests eine höhere Prognosetauglichkeit zugeschrieben (Lidor, Côté & Hackfort, 2009; Malina, Cumming, Coelho-e-Silva & Figueiredo, 2017). In weniger umfangreichen Testbatterien konnten diese Annahmen bereits mit empirischen Resultaten gestützt werden (Höner et al., 2017; Leyhr et al., 2018). Da ein inferenzstatistischer Vergleich mit umfangreicheren Testbatterien bislang fehlt, stellt sich dieser Beitrag die Frage, ob allgemeine oder spezifische motorische Tests besser geeignet sind, um Talente in der frühen und mittleren Adoleszenz zu selektionieren?

Die methodische Bearbeitung ist jener aus der zweiten Publikation ähnlich. Es wurden auf unterschiedlichen Altersstufen der frühen und mittleren Adoleszenz Klassifikationsmodelle (wiederum binär logistische Regression und Grenzwertoptimierungskurve; Robin et al., 2011)

mit jeweils vier allgemeinen bzw. vier spezifischen motorischen Tests gebildet. Anschliessend sollten diese Modelle ein binäres Leistungskriterium auf Altersstufe U20 erklären (*Professionelle Spieler* vs. *Amateure*). In der Folge wurden diese beiden Modellkombinationen aus allgemeinen bzw. spezifischen motorischen Tests wiederum auf einen Unterschied in ihrer Diskriminationsfähigkeit geprüft (DeLong et al., 1988). Mittels einer Kombination aus Quer- und Längsschnittdaten hat die Datengrundlage für diesen Beitrag zwar einen Entwicklungsaspekt inkludiert, dieser wurde jedoch durch den isolierten Einsatz von einzelnen Modellen auf jeder Altersstufe (U13, U14, U16, U17) und deren Prognose hin zum Leistungskriterium (U20) reduziert. Analog zum vorangegangenen Beitrag wird aufgrund der eingesetzten Klassifikationsmodelle aus dem ALM wiederum auf einen individuellen Fokus und nicht lineare Interaktionen verzichtet. Weil auch im Bereich der Komplexität reduziert wird und einzelne Dimensionen (allgemeine vs. spezifische motorische Leistung) zur Erklärung eines späteren Leistungskriteriums herangezogen werden, entfernt sich diese Publikation mit allen vier vorgeschlagenen Reduktionen am weitesten von den für die Talentforschung formulierten holistisch-interaktionistischen Ansprüchen.

Die Ergebnisse dieser Publikation stützen im Wesentlichen die theoretischen Annahmen und bisherigen Befunde, welche spezifische motorische Tests als besseren Prädiktor für spätere Leistungen ausweisen. Wenngleich keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten, sind auf deskriptiver Ebene die spezifischen motorischen Tests auf jeder Altersstufe überlegen. Vor allem in der frühen Adoleszenz kann diese Überlegenheit auch als relevant eingestuft werden. Zumindest ein Teil dieser Überlegenheit konnte durch einen höheren Zusammenhang der biologischen Entwicklung mit den allgemeinen motorischen Tests aufgeklärt werden.

Hinsichtlich der übergeordneten Frage schliesst sich im dritten Beitrag in gewissem Masse der Kreis. Erst durch die methodischen Schwierigkeiten, die holistisch-interaktionistische Ansprüche mit sich bringen, werden Resultate aus deutlich reduzierten methodischen Umsetzungen wieder zielführend. Wenn z.B. eine LICUR-Analyse nur mit einer eingeschränkten Zahl an Variablen sinnvoll interpretierbar ist, stellt sich die Frage, welche Variablen zu diesem eingeschränkten Kreis zählen? In diesem Zusammenhang wird auch in personorientierter Literatur darauf hingewiesen, dass diese Frage vorab mit statistisch abstrahierten Mitteln (z.B. aus dem ALM) geklärt werden sollte (Bergman et al., 2003; Bogat et al., 2016). Dementsprechend könnten die Erkenntnisse aus dem dritten Beitrag eine Optimierung der personorientierten Methoden nach sich ziehen, weil sie Hinweise für die Auswahl der Variablen für ein (Sub)System liefert. Für Fragen der Talentselektion im Fussball scheint es in unterschiedlichen Altersstufen der frühen und mittleren Adoleszenz angezeigt, eher spezifische als allgemeine motorische Testleistungen miteinzubeziehen.

4. Diskussion

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, im Spannungsfeld zwischen theoretischem Anspruch und empirischer Wirklichkeit die Konsequenzen unterschiedlich umfassender Reduktionen des holistisch-interaktionistischen Anspruchs in methodischen Umsetzungen zur Talentforschung im Fussball zu überprüfen. Den Phasen des Forschungsprozesses entsprechend wurde dieser Kompromiss jeweils an Fragestellungen überprüft, die vorab aus real existierenden Phänomenen und Problemen verschiedener Talentfördersysteme in Vereinen und Verbänden abgeleitet

wurden (Conzelmann, 2001). Konkret bearbeiten die drei Publikationen einerseits die Spezialisierungsfrage in der frühen Talentförderung, andererseits die Frage nach effektiven Handlungsoptionen für Talentselektionen.

In allen drei Publikationen wurde im Bereich der Dynamik des Talentbegriffs reduziert und somit auf die Abbildung einer Entwicklungsperspektive auf Ebene der unabhängigen Variablen verzichtet. Es wurde jeweils ausschliesslich eine Beziehung zwischen einem einzigen Messzeitpunkt bzw. Messzeitraum und einem späteren Leistungskriterium hergestellt. Die Bedeutung der Dynamik wurde anhand empirischer Erkenntnisse bereits im theoretischen Rahmen der Arbeit kritisch diskutiert. Es konnte weder bei Operationalisierungen der Leistungsentwicklung als einzelne Variable (Güllich, 1999; Hohmann, 2009; Letzelter & Freitag, 1984) noch in ganzheitlicheren Darstellungen (Zuber et al., 2016) eine ausgeprägte Relevanz der Dynamik nachgewiesen werden. Insbesondere in Kombination mit der aufgezeigten rahmentheoretischen Verankerung der Talentforschung in der Entwicklungswissenschaft und ihrem expliziten Fokus auf die Entwicklungsperspektive (Magnusson, 1990) scheint dieser Sachverhalt durchaus paradox. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass eine entwicklungswissenschaftliche Perspektive sowohl *Stabilität*, als auch *fehlende Stabilität* unter dem Begriff der Entwicklung subsumiert (Wohlwill, 1977, S. 432). Phasen der Stabilität stellen in diesem Sinne ebenfalls eine Entwicklung dar, reduzieren durch die potenzielle Erhaltung interindividueller Unterschiede aber die Bedeutung der zeitlichen Dimension im Kontext der Talentforschung. Diese Bedeutung wäre lediglich dann ausgeprägt, wenn sich Merkmale im Verlauf der Zeit bei verschiedenen Talenten unterschiedlich stark verändern. Allerdings könnten methodische Probleme in der adäquaten Abbildung dieser interindividuellen Unterschiede einen entscheidenden Anteil zur kaum nachweisbaren Relevanz der Dynamik des Talentbegriffs beitragen (vgl. Kapitel 2.2.1). Unabhängig davon, ob die Relevanz der Entwicklungsperspektive tatsächlich gering ist oder deren Bedeutung nur noch nicht nachgewiesen werden konnte (z.B. weil Talentfördersysteme verschiedene Individuen und deren Entwicklung homogenisieren; vgl. Leyhr et al., 2018), macht sich ihre Reduktion vor allem in den ersten beiden Publikationen der vorliegenden Arbeit nicht besonders bemerkbar. Mithilfe eines personorientierten bzw. eines multidimensionalen Ansatzes erreichen beide über einen Prognosezeitraum von jeweils circa fünf Jahren ansprechende Aufklärungsraten eines Leistungskriteriums, ohne Veränderungsprozesse in den unabhängigen Variablen zu inkludieren. Ein solcher Zeitraum von fünf Jahren ist vermutlich länger als in vielen anderen Beiträgen zur Talentforschung (Collins et al., 2018), dennoch beinhaltet das Grundproblem der Talentforschung mit der Entwicklung vom Talent bis hin zum Experten wesentlich längere Abschnitte von bis zu 15 Jahren. Die Reduktion um eine Entwicklungsperspektive bei derart langen Zeiträumen dürfte wohl umfassendere Konsequenzen haben. Dennoch: Aufgrund voranschreitender Professionalisierungsprozesse in den Talentfördersystemen der Vereine und Verbände könnten kürzere Prognosezeiträume, hin zu immer bedeutender werdenden Teilexpertisen (z.B. Teilnahme an Eliteförderung in U-Nationalmannschaften im Fussball; vgl. Zibung & Conzelmann, 2013), vielleicht ebenso an Bedeutung gewinnen. Und für diese kürzeren Zeiträume kann anhand der präsentierten Ergebnisse angenommen werden, dass ein Verzicht auf die Entwicklungsperspektive keine einschneidenden Auswirkungen in Bezug zum Erkenntnisgewinn für die Talentforschung nach sich zieht.

Zusätzlich zur Entwicklungsperspektive wurde der holistisch-interaktionistische Anspruch in der ersten und dritten Publikation auf der Dimension der Komplexität reduziert. Im ersten Beitrag wird lediglich auf ein Subsystem von Umweltfaktoren aus dem Bereich Training fokussiert,

während im dritten Beitrag ein späteres Leistungskriterium ausschliesslich durch allgemeine oder spezifische motorische Testleistungen aufgeklärt werden soll. Mit signifikant erhöhten Übertrittswahrscheinlichkeiten für bestimmte Trainingskonstellationen bzw. bis zu 78% richtigen Zuordnungen von Spielern durch spezifische motorische Tests, zeigen die Ergebnisse trotz reduzierter Komplexität relevante Aufklärungen der jeweiligen Leistungskriterien. Dennoch erreichen weder die Übertrittswahrscheinlichkeiten noch die richtigen Zuordnungen jenes Ausmass, welches bei einem ganzheitlicheren Variableneinschluss mit denselben statistischen Methoden erzielt wurde (vgl. Zuber et al., 2016 bzw. Kapitel 3.2). Es zeigt sich somit durchaus die Möglichkeit, auch mit einer reduzierten Zahl an eingeschlossenen Variablen relevante Befunde für die Talentforschung zu generieren, wenngleich die unter Kapitel 2.2.2 angenommene höhere Bedeutung der Komplexität in der Tendenz bestätigt wird: Ganzheitlicher ausgerichtete Analysen, welche näher an einem holistischen oder multidimensionalen Anspruch liegen, können spätere Leistungskriterien nochmals wesentlich besser aufklären.

In der zweiten und dritten Publikation wurde neben einer Einschränkung der Entwicklungsperspektive auch die Individualität bzw. die Art der Zusammenhänge reduziert. Mit einer Abstraktion hin zu aggregierten Daten und der Annahme linearer Beziehungen zwischen den einzelnen Variablen entfernt man sich zwar weiter vom ursprünglichen holistisch-interaktionistischen Anspruch, erfährt durch einen naheliegenden Wechsel ins ALM jedoch in methodischer Hinsicht eine enorme Erweiterung der Möglichkeiten (Bogat et al., 2016; Laursen, 2015). So werden die im zweiten und dritten Beitrag durchgeführten direkten Modellvergleiche zwischen unterschiedlichen Handlungsoptionen zur Talentselektion (Trainereinschätzung vs. multidimensionales Messmodell; spezifische vs. allgemeine motorische Tests) erst durch diese veränderte Perspektive möglich. Hinsichtlich der Ergebnisse dieser Beiträge sind vor allem die Prognose-tauglichkeiten der verglichenen Handlungsoptionen aus dem zweiten Beitrag über einen Zeitraum von etwa fünf Jahren ansprechend: Es werden durch ein kombiniertes Messmodell bis zu 88% der Spieler ihren zweifach gestuften Leistungsgruppen richtig zugeordnet. Somit hat die Reduktion des individuellen Fokus bzw. beliebiger Interaktionen in dieser Hinsicht scheinbar keine umfangreichen, negativen Auswirkungen. Es ist jedoch zu bedenken, dass durch die Aggregation von Daten diese Erkenntnisse jeweils nur *im Mittel* gelten und nicht mehr explizit auf einzelne Personen übertragen werden können. Natürlich kann man sich beim Aussparen von nicht linearen Interaktionsmöglichkeiten in der Talentforschung immer Fragen, ob eine adäquate Abbildung der Kompensationsmöglichkeiten zwischen den unterschiedlichen Talentmerkmalen eines multidimensionalen Messmodells und ein individueller Fokus andere Ergebnisse oder Erkenntnisse zu Tage gefördert hätten (Meylan et al., 2010). Mangels inferenzstatistischer Vergleichbarkeit von verschiedenen Modellen im personorientierten Ansatz erübrigen sich diese Zweifel jedoch ohnehin. In Bezug zur ersten Publikation gilt es festzuhalten, dass die zweidimensionalen Erkenntnisse zur Aufgabenspezifität und Leistungsorientierung mit der abschliessenden Annahme des Specialised Sampling-Modells deutlich auf dem individuellen Fokus und der nicht linearen Betrachtung des Subsystems fussen und bei einer weiteren Reduktion der Methodik in dieser Form wohl nicht möglich gewesen wären (vgl. Zibung, 2013). Je nach Fragestellung scheint somit die Reduktion um einen individuellen Fokus bzw. nicht lineare Interaktionen gravierende Einschnitte nach sich zu ziehen, welche sowohl positiver als auch negativer Natur sein können. Auf der einen Seite wurde durch diese Reduktionen ein für die Praktiker im Feld relevanter Modellvergleich zwischen Hand-

lungsoptionen zur Talentselektion möglich. Auf der anderen Seite wären Erkenntnisse zur Ausgestaltung von sportlichen Lernaktivitäten im Kindesalter in der vorliegenden Form kaum möglich gewesen.

Betrachtet man das Ausmass der Reduktionen gegenüber dem holistisch-interaktionistischen Anspruch in den einzelnen Publikationen, so wurde im ersten Beitrag in zwei Bereichen (Dynamik, Komplexität), im zweiten Beitrag in drei Bereichen (Dynamik, Individualität, Art der Zusammenhänge) und im dritten Beitrag mit allen vier genannten Reduktionsbereichen am umfangreichsten abstrahiert (Dynamik, Komplexität, Individualität, Art der Zusammenhänge). Die umfangreichste Reduktion in der dritten Publikation führt dazu, dass der Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Lösung praktischer Probleme in Vereinen oder Verbänden am geringsten ist. Beim Einsatz von allgemeinen oder spezifischen motorischen Tests zur Selektion ist zwar nun klar, dass im Einklang mit theoretischen Annahmen (Lidor et al., 2009) oder bisherigen empirischen Befunden (Höner et al., 2017; Leyhr et al., 2018) spezifische Tests zu bevorzugen oder höher zu gewichten wären. Aus Sicht der Talentforschung wird die gewonnene Erkenntnis jedoch erst durch eine Art Zirkelschluss der vorliegenden Arbeit zu einer relevanten Erkenntnis: Weil die Umsetzung von Selektionsinstrumenten auf Basis des holistisch-interaktionistischen Anspruches nicht umfassend gelingt, sollte als Voraussetzung für einfachere, schlankere Selektionsmodelle die Prognosetauglichkeit einzelner Talentmerkmale eingehender geprüft werden. Dadurch könnte z.B. ein Subsystem für LICUR-Analysen möglichst aussichtsreich gestaltet werden (vgl. Bergmann et al., 2003; Zibung, 2013). Insgesamt könnte aus diesem Sachverhalt geschlossen werden, dass der Erkenntnisgewinn von Bearbeitungen in der Talentforschung in Zusammenhang mit dem Ausmass der Reduktion gegenüber dem holistisch-interaktionistischen Anspruch steht. Je stärker reduziert wird, desto schwieriger wird es, bedeutsame Erkenntnisse zu erzielen.

Den zahlreichen Limitationen der vorliegenden Arbeit und ihrer einzelnen Publikationen wurde bislang wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Zumindest ein zentraler Aspekt soll diesbezüglich noch ausführlich beleuchtet werden: die Auslegung der übergeordneten Forschungsfrage. Will man die Konsequenzen für den Erkenntnisgewinn in der Talentforschung von unterschiedlich umfangreich reduzierten methodischen Zugängen prüfen, müsste ein direkter Vergleich in der Beantwortung ein und derselben Fragestellung angestrebt werden. Die Frage ist jedoch, ob unterschiedlich reduzierte Methoden überhaupt auf einer Ebene direkt miteinander verglichen werden können. Bergman und Andersson (2010) führen in einer ähnlichen Frage über Umwege einen *Pseudovergleich* zwischen einer personorientierten Clusteranalyse und einer variablenorientierten logistischen Regression durch. In der vorliegenden Arbeit wurde aus verschiedenen Gründen von solchen direkten Vergleichen Abstand genommen. Einerseits ist anhand des Beispiels bei Bergman und Andersson (2010) erkennbar, dass die Ergebnisse aus verschiedenen methodischen Zugängen für ein und dasselbe Problem ohnehin kaum vollständig vergleichbar gemacht werden können. Weiter scheint aus theoretischer Sicht fragwürdig, ob ein solcher Vergleich zwischen unterschiedlichen Zugängen überhaupt zielführend ist, zumal dabei wohl eine gewisse Art der Inkommensurabilität vorliegt (Bergmann & Trost, 2006). Analog dazu sollte anstatt einem potentiell kompetitiven Denken vielleicht eher eine Komplementarität zwischen unterschiedlich stark reduzierten methodischen Umsetzungen angenommen werden. In diesem Zusammenhang hat auch bereits Zibung (2013) zum Vergleich von person- und variablenorientierten Methoden darauf hingewiesen, dass es nicht darum geht, einen Ansatz als überlegen darzustellen. Ganz in diesem Sinne hat sich auch die vorliegende

Arbeit darauf konzentriert, die aus dem theoretischen Rahmen abgeleiteten möglichen Vor- und Nachteile verschiedenen stark reduzierter Methoden in unterschiedlichen Fragestellungen zu überprüfen. Dabei konnten verschiedene Vor- und Nachteile in Verbindung mit Reduktionen gegenüber dem holistisch-interaktionistischen Anspruch gefunden werden. Dadurch scheint es relevant, für jede Fragestellung der Talentforschung fundiert zu überlegen, in welchem Ausmass reduziert werden muss bzw. reduziert werden soll. In der Folge würde es ein Zusammenspiel unterschiedlich umfangreich reduzierter Methoden ermöglichen, die vielfältigen Anforderungen an Bearbeitungen in der Talentforschung möglichst vollständig abzudecken.

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

Ein holistisch-interaktionistischer Anspruch für die Talentforschung im Fussball ist aus theoretischer Perspektive vollumfänglich zu unterstützen. Im Sinne der aufgezeigten Ergebnisse kann jedoch geschlossen werden, dass eine Abkehr vom theoretischen Ideal und dessen methodisch angenäherten Umsetzungen für verschiedene Fragestellungen zielführend sein kann. Einerseits konnte mithilfe des personorientierten Ansatzes, unter Verzicht auf eine Entwicklungsperspektive der unabhängigen Variablen, ein neues Modell für die Ausgestaltung von sportlichen Lernaktivitäten in der frühen Talentförderung identifiziert werden. Andererseits wäre der praxisrelevante Vergleich zwischen Handlungsoptionen für effektive Talentselektionen ohne weitere Reduktionen der Individualität und der Art von Zusammenhängen nicht möglich gewesen. Die mit der umfangreichsten Reduktion durchgeführte dritte Publikation, konnte erst unter dem Zirkelschluss von methodischen Schwierigkeiten bei der Umsetzung des holistisch-interaktionistischen Anspruchs ihren primären Gehalt generieren. Eine Reduktion in allen vier überprüften Dimensionen (Dynamik, Komplexität, Individualität, Art der Zusammenhänge) scheint zu umfangreich, um den aktuellen Ansprüchen der Talentforschung genügen und relevante Praxisprobleme in Vereinen und Verbänden lösen zu können. Wenn man es insgesamt umgangssprachlich ausdrücken möchte, gelingt für die aktuelle Talentforschung im Fussball vermutlich am effektivsten ein (praxis)relevanter Erkenntnisgewinn, wenn bei methodischen Umsetzungen nach dem Motto *So holistisch-interaktionistisch wie möglich, so reduktionistisch wie notwendig* vorgegangen wird!

Hinsichtlich der zukünftigen Veränderung des Spannungsfeldes zwischen holistisch-interaktionistischer Theorie und reduktionistischer Empirie scheint es für die Talentforschung im Fussball notwendig, die statistischen Methoden zu verbessern, damit diese einerseits noch näher an einen holistisch-interaktionistischen Anspruch heranrücken können. Andererseits muss das Methodenrepertoire aber auch insofern erweitert werden, als dass mehr Fragestellungen mit möglichst holistisch-interaktionistischen Umsetzungen konkret beantwortet werden können. So zufriedenstellend die Erkenntnisse aus den methodisch reduzierten Publikationen mit hohen Aufklärungsraten von Leistungskriterien erscheinen mögen, so kritisch müssen sie dennoch beleuchtet werden. Vor allem der Wechsel ins ALM aus der zweiten und dritten Publikation birgt zentrale Probleme. Talentierte Jugendspieler werden durch die Annahme eines für alle gültigen linearen Modells auf Basis aggregierter Daten quasi *gleichgemacht*. Talentfördersysteme im Fussball, die jeweils einen grossen Talentpool zur Verfügung haben, neigen ohnehin dazu *Ausreisser* zu entfernen, weil sie nicht so recht ins Fördersystem passen. Dies kann in einer ähnlichen Form wie das ALM als eine *Strategie des Gleichmachens* bezeichnet werden. In dieser Hinsicht hat sich nach der erfolglosen Weltmeisterschaft 2018 der Deutsche

Fussball Bund deutlich selbst hinterfragt und versucht nun wieder mehr auf die Ausbildung von Individualisten zu setzen, zumal diese auf dem höchsten sportlichen Niveau in der Regel über Sieg und Niederlage entscheiden (Bund Deutscher Fussball-Lehrer, 2018). Ganz in diesem Sinne ist auch der Wunsch nach einer Weiterentwicklung der Methoden mit holistisch-interaktionistischem Anspruch zu verstehen. Diese würden es erleichtern, den Kampf gegen das Gleichmachen in der Talentförderung aufzunehmen und der Individualität der jugendlichen Fussballer gerechter zu werden. Dies könnte sich wiederum besonders auf einem hohen Selektionslevel vielversprechend umsetzen lassen, wo es an der Spitze der Talentförderpyramide lediglich noch um kleinere Fallzahlen von talentierten Spielern geht. Um im Plädoyer für die Weiterentwicklung der Methoden mit holistisch-interaktionistischem Anspruch nicht die Zukunft reduzierter methodischer Umsetzungen zu vergessen: Diese werden mit ihren Stärken und Schwächen wohl auch zukünftig ein relevanter Bestandteil der Talentforschung bleiben. Vor allem dort, wo auf unteren Stufen der Talentförderpyramide grosse Fallzahlen mit deutlicher Leistungsheterogenität involviert sind, scheint ein Vorgehen mit derartigen methodischen Ansätzen auch ohne einschneidend negative Auswirkungen möglich.

Literaturverzeichnis

- Abbott, A. & Collins, D. (2004). Eliminating the dichotomy between theory and practice in talent identification and development: Considering the role of psychology. *Journal of Sports Sciences*, 22(5), 395–408.
- Aquino, R., Alves, I. S., Padilha, M. B., Casanova, F., Puggina, E. F. & Maia, J. (2017). Multivariate profiles of selected versus non-selected elite youth Brazilian soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 60, 113–121.
- Bailey, R. & Collins, D. (2013). The standard model of talent development and its discontents. *Kinesiology Review*, 2(4), 248–259.
- Bergman, L. & Andersson, H. (2010). The person and the variable in developmental psychology. *Journal of Psychology*, 218(3), 155–165.
- Bergman, L. & Lundh, L.-G. (2015). Introduction: The Person-oriented approach: Roots and roads to the future. *Journal for Person-Oriented Research*, 1(1-2), 1–6.
- Bergman, L., Magnusson, D. & El-Khoury, B. M. (2003). *Studying individual development in an interindividual context. A person-oriented approach* (Paths through life, Bd. 4). Mahwah: Erlbaum.
- Bergman, L. & Trost, K. (2006). The person-oriented versus the variable-oriented approach: Are they complementary, opposites, or exploring different worlds? *Merrill-Palmer Quarterly*, 52(3), 601–632.
- Bergman, L. & Wångby, M. (2014). The person-oriented approach: A short theoretical and practical guide. *Estonian Journal of Education*, 2(1), 29–49.
- Bogat, G. A., von Eye, A. & Bergman, L. (2016). Person-oriented approaches. In D. Cicchetti (Hrsg.), *Developmental Psychopathology, Volume 1: Theory and Method* (3rd Edition, S. 1–49). Hoboken: Jon Wiley & Sons.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *Ecology of human development*. Harvard: University Press.
- Bund Deutscher Fußball-Lehrer. (2018). *Individualisten als Spielentscheider*. Internationaler Trainerkongress 2018. Zugriff am 05.04.2019 unter https://www.bdf.de/images/ITK/2018/Einleitung_2018.pdf
- Carl, K. (1988). *Talentsuche, Talentauswahl, Talentförderung*. Schorndorf: Hofmann.
- Christensen, M. K. (2009). «An eye for talent»: Talent identification and the «practical sense» of top-level soccer coaches. *Sociology of Sport Journal*, 26(3), 365–382.
- Collins, D., MacNamara, Á. & Cruickshank, A. (2018). Research and practice in talent identification and development—some thoughts on the state of play. *Journal of Applied Sport Psychology*, 9(1), 1–12.
- Conzelmann, A. (2001). *Sport und Persönlichkeitsentwicklung. Möglichkeiten und Grenzen von Lebenslaufanalysen* (Bd. 29). Schorndorf: Hofmann.
- Conzelmann, A., Zibung, M. & Zuber, C. (2016). Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile – ein Plädoyer für eine personorientierte Talentediskussion. In Deutscher Fußballbund (Hrsg.), 3. DFB-Wissenschaftskongress (S. 48–50). Frankfurt am Main: DFB.

- Conzelmann, A., Zibung, M. & Zuber, C. (2018). Talente finden und fördern. In A. Ritz & N. Thom (Hrsg.), *Talent management* (S. 87–106). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Côté, J., Baker, J. & Abernethy, B. (2003). From play to practice. A developmental framework for the acquisition of expertise in team sports. In J. Starkes & K. A. Ericsson (Hrsg.), *Expert performance in sports. Advances in research on sport expertise* (S. 89–95). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Côté, J., Baker, J. & Abernethy, B. (2007). Practice and play in the development of sport expertise. In G. Tenenbaum & R. C. Eklund (Hrsg.), *Handbook of sport psychology* (3rd edition, S. 184–202). New Jersey: Hoboken.
- Coutinho, P., Mesquita, I. & Fonseca, A. M. (2016). Talent development in sport. A critical review of pathways to expert performance. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(2), 279–293.
- De Bosscher, V., De Knop, P., van Bottenburg, M., Shibli, S. & Bingham, J. (2009). Explaining international sporting success: An international comparison of elite sport systems and policies in six countries. *Sport Management Review*, 12(3), 113–136.
- DeLong, E. R., DeLong, D. M. & Clarke-Pearson, D. L. (1988). Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: A nonparametric approach. *Biometrics*, 44(3), 837–845.
- Digel, H. (Hrsg.). (1995). *Sportwissenschaft Heute. Eine Gegenstandsbestimmung*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T. & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363–406.
- Forsman, H., Blomqvist, M., Davids, K., Liukkonen, J., & Konttinen, N. (2016). Identifying technical, physiological, tactical and psychological characteristics that contribute to career progression in soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(4), 505–513.
- Fuchs-Kittowski, K. (1981). Reduktive Methode und Reduktionismus in den Biowissenschaften. *Deutsche Zeitschrift für Philosophie*, 29(1-6), 503–516.
- Geiser, C. (2010). *Datenanalyse mit Mplus. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Güllich, A. (1999). Die Bedeutung juveniler Wettkampfleistungen für die Einschätzung der Entwicklungsperspektive im 100m-Sprint und Weitsprung. *Die Lehre der Leichtathletik*, 38, 44–52.
- Haugaasen, M. & Jordet, G. (2012). Developing football expertise. A football-specific research review. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 5(2), 177–201.
- Hofseth, E., Toering, T., Jordet, G. & Ivarsson, A. (2017). Self-evaluation of skills and performance level in youth elite soccer: Are positive self-evaluations always positive? *Sport, Exercise, and Performance Psychology*, 6(4), 370–383.
- Hohmann, A. (2009). *Entwicklung sportlicher Talente an sportbetonten Schulen*. Petersberg: Imhof.

- Höner, O., Leyhr, D. & Kelava, A. (2017). The influence of speed abilities and technical skills in early adolescence on adult success in soccer: A long-term prospective analysis using ANOVA and SEM approaches. *PLOS ONE*, 12(8), e0182211.
- Houlihan, B. (2011). Sports development and elite athletes. Introduction: The irresistible priority. In B. Houlihan & M. Green (Hrsg.), *Routledge Handbook of Sports development* (S. 367–369). Oxon: Routledge.
- Huijgen, B. C. H., Elferink-Gemser, M. T., Lemmink, K. A. & Visscher, C. (2014). Multidimensional performance characteristics in selected and deselected talented soccer players. *European Journal of Sports Sciences*, 14(1), 2–10.
- Ivarsson, A., Stenling, A., Fallby, J., Johnson, U., Borg, E. & Johansson, G. (2015). The predictive ability of the talent development environment on youth elite football players' well-being: A person-centered approach. *Psychology of Sport and Exercise*, 16, 15–23.
- Larkin, P. & Reeves, M. J. (2018). Junior-elite football: time to re-position talent identification? *Soccer & Society*, 20(3), 1–10.
- Laursen, B. (2015). I don't quite get it...Personal experiences with the person-oriented approach. *Journal for Person-Oriented Research*, 1(1-2), 42–47.
- Leite Júnior, E. F. & Rodrigues, C. (2017). The Chinese football development plan: soft power and national identity. *HOLOS*, 33(5), 114–124.
- Lerner, R. M., Agans, J. P., DeSouza, L. M. & Hershberg, R. M. (2014). Developmental science in 2025: A predictive review. *Research in Human Development*, 11(4), 255–272.
- Letzelter, M. & Freitag, W. (1984). Leistungen und Leistungsentwicklung im Kraulsprint als Gradmesser des Schwimmtalents von Jungen und Mädchen. *Leistungssport*, 14(2), 28–32.
- Leyhr, D., Kelava, A., Raabe, J. & Höner, O. (2018). Longitudinal motor performance development in early adolescence and its relationship to adult success: an 8-year prospective study of highly talented soccer players. *PLOS ONE*, 13(5):e0196324.
- Lidor, R., Côté, J. & Hackfort, D. (2009). ISSP position stand: To test or not to test? The use of physical skill tests in talent detection and in early phases of sport development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7, 131–146.
- Lundh, L.-G. (2015). Combining holism and interactionism. Towards a conceptual clarification. *Journal for Person-Oriented Research*, 1(3), 185–194.
- Magnusson, D. (1990). Personality development from an interactional perspective. In L. A. Pervin (Hrsg.), *Handbook of personality: theory and research* (S. 193–222). New York: Guilford.
- Magnusson, D. (1992). Back to the phenomena: theory, methods, and statistics in psychological research. *European Journal of Personality*, 6, 1–14.
- Malina, R. M., Cumming, S. P., Coelho-e-Silva, M. & Figueiredo, A. J. (2017). Talent identification and development in the context of «growing up». In J. Baker, S. Cobley, J. Schorer & N. Wattie (Hrsg.), *Routledge handbook of talent identification and development in Sport* (S. 150–168). New York: Routledge.

- Meylan, C., Cronin, J. B., Oliver, J. & Hughes, M. (2010). Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(4), 571–592.
- Müller, M., Schmidt, M., Zibung, M. & Conzelmann, A. (2013). Muster, Entwicklungstypen und Persönlichkeit – zur Rolle des Sports für das Selbstkonzept Heranwachsender. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 20(4), 150–162.
- Nilsson, A. (2015). Disentangling the holism of intentional systems from the interactionism of mechanistic systems in person-oriented research. *Journal for Person-Oriented Research*, 1(3), 171–183.
- Pfeiffer, M. & Hohmann, A. (2012). Applications of neural networks in training science. *Human Movement Science*, 31(2), 344–359.
- Pion, J., Hohmann, A., Liu, T., Lenoir, M. & Segers, V. (2017). Predictive models reduce talent development costs in female gymnastics. *Journal of Sports Sciences*, 35(8), 806–811.
- Reilly, T., Williams, M., Nevill, A. & Franks, A. M. (2000). A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 695–702.
- Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J.-C. et al. (2011). pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. *BMC Bioinformatics*, 12:77.
- Romann, M. & Fuchslocher, J. (2013). Relative age effects in Swiss junior soccer and their relationship with playing position. *European Journal of Sport Science*, 13(4), 356–363.
- Roth, K. (1995). «Theory-into-Practice» und «Practice-into-Theory»: Baupläne für den Brückenschlag zwischen Elfenbeinturm und Sportplatz. In H. Digel (Hrsg.), *Sportwissenschaft Heute. Eine Gegenstandsbestimmung* (S. 161–176). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Schnell, R., Hill, P. B. & Esser, E. (2005). *Methoden der empirischen Sozialforschung* (7., völlig überarbeitete und erweiterte Auflage). München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Schorer, J., Rienhoff, R., Fischer, L. & Baker, J. (2017). Long-term prognostic validity of talent selections: Comparing national and regional coaches, laypersons and novices. *Frontiers in Psychology*, 8:1146.
- Sieghartsleitner, R., Zuber, C. & Conzelmann, A. (2018). *Talentselektion und Talentförderung im Schweizer Fussball*. Projektbericht. Universität Bern, Bern.
- Sterba, S. K. & Bauer, D. J. (2010). Matching method with theory in person-oriented developmental psychopathology research. *Development and Psychopathology*, 22(2), 239–254.
- Storm, L. K., Henriksen, K. & Christensen, M. K. (2012). Specialization pathways among elite Danish athletes: A look at the developmental model of sport participation from a cultural perspective. *International Journal of Sport Psychology*, 43, 199–222.
- Suppiah, H. T., Low, C. Y. & Chia, M. (2015). Detecting and developing youth athlete potential: different strokes for different folks are warranted. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 878–882.
- Swiss Olympic. (2016). *Manual Talentidentifikation und -selektion*. Ittigen b. Bern: Eigenverlag.

- Von Eye, A. & Bergman, L. (2003). Research strategies in developmental psychopathology: Dimensional identity and the person-oriented approach. *Development and Psychopathology*, 15, 553–580.
- Williams, A. M. & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 657–667.
- Wohlwill, J. F. (1977). *Strategien entwicklungspsychologischer Forschung*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Woods, C. T., Raynor, A. J., Bruce, L., McDonald, Z. & Robertson, S. (2016). The application of a multi-dimensional assessment approach to talent identification in Australian football. *Journal of Sports Sciences*, 34(14), 1340–1345.
- Zhang, Z., Beck, M. W., Winkler, D. A., Huang, B., Sibanda, W. & Goyal, H. (2018). Opening the black box of neural networks: Methods for interpreting neural network models in clinical applications. *Annals of Translational Medicine*, 6(11):216.
- Zibung, M. (2013). *Der personorientierte Ansatz in der sportwissenschaftlichen Talentforschung. Eine neue theoretisch-methodische Perspektive auf den dynamisch-weiten Talentbegriff*. Inauguraldissertation. Universität Bern, Bern.
- Zibung, M. & Conzelmann, A. (2013). The role of specialisation in the promotion of young football talents: a person-oriented study. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 452–460.
- Zibung, M. & Conzelmann, A. (2014). National youth team football players between the conflicting priorities of sports success and vocational training. *European Journal for Sport and Society*, 11(2), 127–150.
- Zibung, M., Zuber, C. & Conzelmann, A. (2016). The Motor Subsystem as a Predictor of Success in Young Football Talents: A Person-Oriented Study. *PLOS ONE*, 11(8):e0161049.
- Zuber, C. & Conzelmann, A. (2015). *Talentselektion und Talentförderung im Schweizer Fussball. Zwischenbericht*. Projektbericht. Universität Bern, Bern.
- Zuber, C., Zibung, M. & Conzelmann, A. (2015). Motivational patterns as an instrument for predicting success in promising young football players. *Journal of Sports Sciences*, 33(2), 160–168.
- Zuber, C., Zibung, M. & Conzelmann, A. (2016). Holistic patterns as an instrument for predicting the performance of promising young soccer players – a 3-year longitudinal study. *Frontiers in Psychology*, 7:1088.

Appendix A: Publikation 1

Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M. & Conzelmann, A. (2018). "The early specialised bird catches the worm!" - A specialised sampling model in the development of football talents. *Frontiers in Psychology*, 9:188.



“The Early Specialised Bird Catches the Worm!” – A Specialised Sampling Model in the Development of Football Talents

Roland Sieghartsleitner*, Claudia Zuber, Marc Zibung and Achim Conzelmann

Institute of Sport Science, University of Bern, Bern, Switzerland

OPEN ACCESS

Edited by:

Nicola Jane Hodges,
The University of British Columbia,
Canada

Reviewed by:

Nick Wattie,
University of Ontario Institute
of Technology, Canada
Annette Raynor,
Edith Cowan University, Australia

*Correspondence:

Roland Sieghartsleitner
roland.sieghartsleitner@ispw.unibe.ch

Specialty section:

This article was submitted to
Movement Science and
Sport Psychology,
a section of the journal
Frontiers in Psychology

Received: 08 August 2017

Accepted: 05 February 2018

Published: 21 February 2018

Citation:

Sieghartsleitner R, Zuber C,
Zibung M and Conzelmann A (2018)
“The Early Specialised Bird Catches
the Worm!” – A Specialised Sampling
Model in the Development of Football
Talents. *Front. Psychol.* 9:188.
doi: 10.3389/fpsyg.2018.00188

Characteristics of learning activities in early sport participation play a key role in the development of the sporting talent. Therefore, pathways of specialisation or diversification/sampling are as well debated as the implementation of practice- or play-oriented activities. The related issues are currently perceived as a two-dimensional construct of *domain specificity* and *performance orientation*. In this context, it has been shown that early specialisation, with experiences in practice and play, has led to Swiss junior national team football players reaching higher success levels as adults. This study aimed to examine whether a similar approach improves chances of even being selected for junior national teams from a broader sample. Hence, 294 youth players answered retrospective questionnaires on their early sport participation when entering the Swiss football talent development programme. Using the person-oriented Linking of Clusters after removal of a Residue (LICUR) method, volumes of in-club practice, free play and activities besides football until 12 years of age were analysed along with age at initial club participation. According to the results, clusters of *Football enthusiasts* ($p = 0.01$) with the most free play and above average in-club practice and *Club players* ($p = 0.02$) with the most in-club practice and average free play had a greater chance of reaching junior national team level. Thus, high levels of domain-specific activities seem to increase the chances of junior national team participation. Furthermore, the most successful constellation (*Football enthusiasts*) may illustrate the relevance of domain-specific diversity, induced by several types of practice and play. In line with previous studies, specialising in football and sampling different experiences within this specific domain seems to be the most promising pathway. Therefore, we argue that the optimal model for the development of football talents is a *specialised sampling model*.

Keywords: talent development, early engagement, football, specialisation, diversification/sampling, specialised sampling model, person-oriented approach

INTRODUCTION

For economic and prestige reasons, football organisations try to develop outstanding players (Relvas et al., 2010; Grix and Carmichael, 2012). To succeed in this aim, clubs and national federations have to think twofold. First, the most talented players with the potential to become elite athletes have to be identified at the right time. Second, optimising the learning environment

is then crucial for developing these players (Williams and Reilly, 2000). In the search for this optimisation, several athlete development models have emerged from research and been adapted and implemented by professional sport organisations (Bruner et al., 2010; Côté and Vierimaa, 2014). Among other factors, practice contributes highly to these development models on the pathway to expertise (Baker and Horton, 2004; Rees et al., 2016). However, apart from a broad consensus statement on the essential role of practice from an early age, several open questions regarding its characteristics within youth sports participation are vigorously debated in the field of sport science (Côté et al., 2007). For that reason, policy makers in clubs and federations may struggle in designing evidence-based structures within talent development in football, demonstrating a need for further research on the parameters of practice for child athletes (Mountjoy et al., 2008).

Out of the open questions on the properties of learning activities in youth sports participation, two well-known ones deal with the subsequently introduced dimensions *domain specificity* and *performance orientation* (Storm et al., 2012; Coutinho et al., 2016b). We perceive domain specificity as the degree of congruence in biomechanical, physiological and psychological characteristics between learning activities and the primary sport domain of an athlete. Thus, it represents a major issue in the common *specialise or sample* debate (Côté et al., 2009), i.e., whether young talents should focus on a single sport-specific domain early, or try to build a foundation with broad and different experiences from several kinds of sports. In general, the former is known as *specialisation* (high value of domain specificity), the latter as *diversification/sampling* (low value of domain specificity). The second dimension of interest, the performance orientation, is perceived as a summation of a few structural characteristics of learning activities. By a combination of various degrees of goal setting, monitoring and correction (Côté et al., 2003), each learning activity receives a certain degree of performance orientation. The literature mainly differentiates between *practice* as a highly structured, coach-led activity (high value of performance orientation) and *play*, which represents a fun-oriented learning activity without supervision (low value of performance orientation; Côté et al., 2007).

Both presented dimensions play key roles in the development of the sporting talent (Bridge and Toms, 2013). As Coutinho et al. (2016b) named a sometimes neglected interaction between domain specificity and performance orientation, they are currently described as a two-dimensional construct of characteristics of learning activities. Though both dimensions seem to be a continuum with a broad spectrum of possibilities, many researchers reduce each case to the previously mentioned dichotomous counterparts of specialisation vs. diversification/sampling and practice vs. play (Baker et al., 2009; cf. Figure 1).

Côté and Erickson, 2015 recently reconceptualised the idea of diversification/sampling. They pointed out that one can specialise in a single sport-specific domain and sample through different experiences of the same sport domain (e.g., in case of football: playing and practising with your club, playing beach soccer with

friends, playing in a park just right after school, and playing on your own). Although this perception would enable a coexistence of concurrent specialising and sampling, the literature on domain specificity is still dominated by a controversial, polarised debate.

The origin for the dichotomising of domain specificity and performance orientation is obviously the opposite profile and huge influence of two well-established concepts for developing expertise in sports, the deliberate practice framework (Ericsson et al., 1993; Ericsson, 2008; Baker and Young, 2014) and the development model of sport participation (Côté, 1999; Côté et al., 2007; Côté and Vierimaa, 2014). According to Ford et al. (2015), deliberate practice is based on the monotonic benefits assumption. This stands for a linear relationship between the amount of highly effortful and structured activity with the explicit goal of improving performance, and the acquired performance in a specific task. Naturally this means that each learning activity may be carefully monitored, with a focus on immediate correction (Côté et al., 2003). In summary, the deliberate practice view can be related to the idea of maximising domain specificity (specialisation) and performance orientation (practice) from an early age. In contrast, although the development model of sport participation accepts and integrates the deliberate practice framework as one possible solution to enabling elite performance, it also creates a multi-staged opposite position (elite performance through sampling) with initial sampling years up to 12 years of age. This view recommends an early involvement in several sports in combination with fun-oriented and loosely monitored learning activities as the preferable way to expertise (Côté, 1999; Côté et al., 2003, 2007). In other words, elite performance through sampling represents a minimum of domain specificity (diversification/sampling) and performance orientation (play) in the early stage of development, followed by an increasing amount of deliberate practice from 12 years on (Côté et al., 2007).

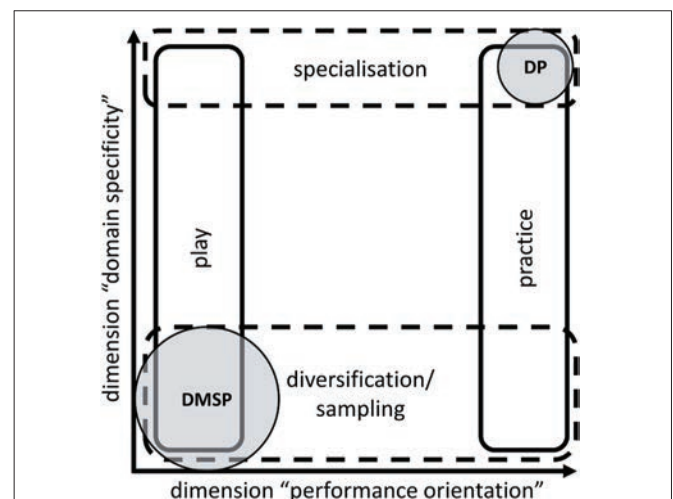


FIGURE 1 | The two-dimensional construct of domain specificity and performance orientation and each of its dichotomous counterparts. Deliberate practice framework (DP) and the elite performance through sampling pathway from the development model of sports participation (DMSP) are perceived as intersections of those dimensions.

Researchers have hypothesised some mechanisms to explain the learning effects according to low values of domain specificity and performance orientation in youth learning activities. First, some researchers have explored possible transfer effects throughout different sports from diversification/sampling (Baker et al., 2009; Fransen et al., 2012). Second, others have assumed an increase in intrinsic motivation (Hendry et al., 2014; Vink et al., 2015) or tactical performance (Greco et al., 2010; Memmert et al., 2010) from playful activity. Finally, if these conjunctions of diversification/sampling and play are not able to compensate or even overshoot the accumulated loss in domain-specific and performance-oriented practice volume from an early specialisation, the elite performance through sampling advocates still claim that it may lead to the same senior skill level without negative consequences (Côté and Hancock, 2015). These possible risks of an early specialisation include, for example, damage to health (Law et al., 2007; Jayanthi et al., 2013; Difiori et al., 2014; Pasulka et al., 2017), higher incidence of dropout (Wall and Côté, 2007; Fraser-Thomas et al., 2008) and burnout (Strachan et al., 2009). A high degree of reservation and numerous warnings against early specialisation have resulted from these findings (Wiersma, 2000; Malina, 2010; Mostafavifar et al., 2013; Bergeron et al., 2015; Feeley et al., 2016; LaPrade et al., 2016; Read et al., 2016). Moreover, the effectiveness of specialised and performance-oriented practice has recently been critically scrutinised. According to Macnamara et al.'s (2016) meta-analysis, deliberate practice only explains 18% of the variance in sports performance, contrary to the monotonic benefits assumption. Overall, there is increasing criticism of specialisation and high performance-orientation within early sports participation, although their contribution to the development of expertise has been shown many times (Côté et al., 2003; Baker et al., 2003a, 2009; Baker and Young, 2014; Ford et al., 2015).

The inconsistency in the findings and positions according to this dichotomous debate supports the absence of a single solution for all sporting contexts (Suppiah et al., 2015). However, in the case of a single view on talent development in football, the distribution of learning activities shows a more consistent picture. Ford et al. (2009) offered the early engagement hypothesis, which provides a football-specific pathway to expertise. Consisting of an early entrance into the domain, an extensive amount of both, practice and play, and a substantially smaller amount of hours in sports besides football, this pathway has been recognised several times as a promising one (Helsen et al., 1998; Ford et al., 2009, 2012; Roca et al., 2012; Williams et al., 2012; Haugaasen et al., 2014). While finding similar characteristics in the allocation of learning activities, Ford and Williams (2012) and Hornig et al. (2016) claimed a more relevant influence of diversified learning activities besides football. However, all of these investigations may suffer from methodological problems, as there are difficulties in categorising different learning activities in team sports (Helsen et al., 1998). These problems notwithstanding, an early specialisation combined with activity types from different degrees

of performance orientation obviously describe a promising pathway for talent development in football.

Beneath the characteristics of a specific sport domain, country- or culture-specific environments may also contribute to inconsistencies in the described debate (Baker et al., 2003b; Storm et al., 2012; Suppiah et al., 2015; Forsman et al., 2016). Although Ford et al. (2012) did find similarities between development activities of elite soccer players from different countries, Araújo et al. (2010) emphasised that specific environment constraints such as in Brazilian football (i.e., football played with adapted norms and rules in a variety of locations), may lead to specific pathways to expertise. In addition, Holt (2002) showed that talent development systems in football differed a great deal between Canada and England.

Overall, it may therefore be difficult to generate a viable answer to the appropriate configuration of domain specificity or performance orientation within youth sports participation from distinct sport domains or countries. There seems to be no *one-model-fits-all* approach, as “the details of the developmental route undertaken by a successful elite athlete largely depends on the nature of the sport, and the culture and context of the country” (Suppiah et al., 2015).

To shed further light on the current issue in the context of Swiss Football, Zibung and Conzelmann (2013) asked former Swiss junior national team (SJNT) players about their sport participation up to 12 years of age. Based on the multi-dimensional nature of the dataset and its context of developing human individuals, their data analysis followed a development-related perspective arising from the holistic and dynamic-interactionistic approaches of developmental science (Bergman and El-Khoury, 2003; Bergman and Andersson, 2010). These concepts question the existence of a single *General Linear Model* and the application of common variable-oriented methods (Bergman and Andersson, 2010). Hence, Zibung and Conzelmann (2013) used a person-oriented approach (Bergman and El-Khoury, 2003), which seems to be appropriate for issues of talent development by enabling the opportunity of non-linear interaction between single characteristics within each individual (Bergman and Andersson, 2010).

Using the person-oriented approach, Zibung and Conzelmann (2013) found results in alignment with the aforementioned early engagement hypothesis (Ford et al., 2009). High values of domain specificity consisting of both, practice and playful activities led to players reaching higher success levels as adults. Regarding the participants, one has to mention that SJNT players are already a highly selected population. At most, 2% of all registered football players in Switzerland have the chance to participate at that elite youth level (Romann and Fuchslocher, 2013), which becomes more and more relevant for reaching elite levels in adult football. Regarding late adolescence, participating in elite youth football development programmes (e.g., academies or junior national teams) has a significant impact on later participation in professional teams. For example, almost 90% of all German Bundesliga players (seasons 2009/2010 to 2011/2012) had been involved in a youth academy for at least one season (Güllich, 2014). Also, around 60% of German U19 national team participants become Bundesliga players and the same amount

of Portuguese U17/18 national team players are selected for the senior national team later in their career (Barreiros et al., 2014; Güllich, 2014).

In addition to Zibung and Conzelmann's (2013) study, which dealt with the pathway from elite youth football in late adolescence to adulthood, it would be interesting to know if similar distributions of learning activities in the initial phase of the sports career also boost the chances of even participating in elite youth football development programmes. For that reason, we investigated whether SJNT players had more domain-specific and performance-oriented experiences up to 12 years of age, than their less successful peers. Together with the aforementioned results, this may contribute to the relevant knowledge on domain specificity and performance orientation of learning activities within a talent development system in football.

MATERIALS AND METHODS

Participants

The current investigation is part of the longitudinal study *talent selection and talent development in Swiss football* (Zibung et al., 2016; Zuber et al., 2016), which has involved collecting data from different dimensions to describe talent development holistically (e.g., motor performance, psychological aspects, and external support). The study followed a substantial number of players born in 1999 throughout the talent promoting system of the Swiss Football Association from the initial selection into regional squads at the U13 age group up to junior national team selections (until U18).

As is common in other federal talent development programmes, the promotion system of the Swiss Football Association follows the pyramidal *standard model of talent development* (Bailey and Collins, 2013; Gulbin et al., 2013; Güllich, 2014). Therefore, only some of the players were able to stay in the system over the whole period, while many became deselected on the way and others entered later. Consequently, the total sample of 294 participants represents a quite heterogeneous group according to their success in youth football. Some did not even make it to the regional squad ($n = 54$, Level 3, local players), others got at least one nomination for a SJNT (U15 to U18 national teams, $n = 57$, Level 1, national players). The remaining 183 players reached an intermediate level somewhere between regional squads and the SJNTs (Level 2, regional players). **Table 1** gives an overview of these youth football success levels.

This study was carried out in accordance with the recommendations of the Ethical Principles of Psychologists

and Code of Conduct, Ethics Committee of the Faculty of Human Sciences of the University of Bern. All players and their legal representatives gave their written informed consent to participate.

Operationalisation and Data Collection

To gain an insight into domain specificity and performance orientation within the early sport participation of the participants, the latter was operationalised through four variables: (1) *volume of organised in-club football practice*, (2) *volume of free play within football*, (3) *volume of sports activities besides football* and (4) *the age at initial football club participation*. All data were collected with retrospective questionnaires, which asked the participants to report their sport behaviour until the start of the longitudinal study at the U13 age group. The questionnaire was administered in paper-and-pencil format and sent by post. Thereby participants had the possibility to complete them together with their parents at 12.93 ± 1.32 (mean \pm SD) years of participants' age. According to the first language of parents, the questionnaire was presented in German or French language. **Table 2** shows an English translation of the questions and response types. Volumes of all sporting activities were collected by means of hours per week in each age category since the entrance into sports. Afterwards these values were summed up to a total number of hours up to 12 years of age.

The in-club practice subsumed in this matter any learning activity within a football club (or with an instructor). In contrast to this, free play describes every football activity outside the club and without supervision. This difference in the organisational structure of the activities is connected to a different amount of performance orientation (Côté et al., 2003) and should therefore be adequate to investigate the influence of the latter on success levels within youth football.

Furthermore, the two football-specific activities together (in-club practice and free play) represent the amount of domain-specific activities in conjunction with the issue of specialisation or diversification/sampling. In addition, the age at initial football club participation was used as another essential representation of early specialisation (Ford and Williams, 2012; Williams et al., 2012; Zibung and Conzelmann, 2013; Hornig et al., 2016).

The opposite part of the three football-related variables in terms of domain specificity is represented by the sports activities besides football. As researchers have previously found low total amounts of diversified activities within comparable samples (Ford et al., 2012; Ford and Williams, 2012; Haugaasen et al., 2014; Hornig et al., 2016), any kind of sports activities

TABLE 1 | Description and distribution of the three levels of youth football success.

Label	Description	Definition	Frequency	Percentage
Level 1	Players at national level	At least one nomination for SJNT ¹ (U15 – U18)	57	19.4
Level 2	Players at regional level	Passed regional squad selection; no SJNT	183	62.2
Level 3	Players at local level	Failed regional squad selection	54	18.4
Total			294	100.0

¹ SJNT, Swiss junior national team.

TABLE 2 | Presented questions and response types of the retrospective questionnaire.

Operating factor	Presented question(s)	Response type(s)
(1) Volume of organised in-club football practice	How much did you practice within the football club in an average week since the start of your career (time of practice, without games)?	Number and total duration (h) of sessions per week, values for each age category
(2) Volume of free play within football	How many hours did you spend with free football in an average week (e.g., with colleagues, friends, on your own...)?	Total duration (h) per week, value for each age category
(3) Volume of sports activities besides football ¹	Please tell us any sport domain (besides football) you practiced on a regular base. How much did you practice within the club in an average week (time of practice, without games)?	Sport domain, number and total duration (h) of sessions per week in each domain, values for each age category
	How many hours did you spend with any other sporting activity than club practice, free football and physical education in an average week?	Total duration (h) per week, value for each age category
(4) The age at initial football club participation	What was your age at initial football club participation (distinct from age at initial free football participation)?	Age category (y)

¹ Sum of two presented questions.

besides football, regardless of their organisational structure or performance orientation, were included within this variable. The sole exception was physical education within school, as this amount is more or less the same for each participant until the completion of comprehensive school at 13 years of age.

All of the four presented variables have been used in prior investigations (Zibung and Conzelmann, 2013; Hopwood, 2015; Hornig et al., 2016) and trace back to the fundamental expertise work of Hodges and Starkes (1996), who dealt extensively with psychometric properties of retrospective questionnaires. Reliability and validity of such methods in general, and the use of similar variables as in the current investigation in particular, have been shown to be acceptable (Hodges and Starkes, 1996; Helsen et al., 1998; Ford et al., 2010a; Memmert et al., 2010). Hopwood (2015) names Pearson correlation values for validity and reliability of involvement in practice activities (hours per week or per year) from 0.59 to 0.97 and from 0.79 to 0.99 for age at initial participation in primary sport. Ropponen et al. (2001) were able to show an ICC of 0.81 for retest reliability of mean exercise hours per week after 5 years within structured interviews.

Data Analysis

Regarding various concepts of data analysing, there are substantial differences in dealing with multidimensional data of developing individuals. As already introduced, a person-oriented approach seems to be appropriate for such analysis (Bergman et al., 2003; Zibung and Conzelmann, 2013). This approach focuses on the individual explicitly and searches for promising non-linear patterns of a set of several variables within persons. These sets of interacting variables are referred to as *subsystems* of the whole individual, whilst the single variables building up the subsystems are known as *operating factors* (Bergman et al., 2003).

The person-oriented Linking of Clusters after removal of a Residue (LICUR) method (Bergman et al., 2003) was used to analyse the early sport participation in the current investigation. All of its subsequently described statistical procedures were carried out using the statistical package SLEIPNER (Bergman and

El-Khoury, 2002) and followed the recommendations for person-oriented studies (Bergman et al., 2003; Bergman and El-Khoury, 2003).

An initial analysis of residues using the *Residue module* of SLEIPNER led to the exclusion of four cases with unique constellations of the operating factors, as their Euclidean distance to each of the other cases exceeded the $T = 0.8$ threshold value for z -standardised data. As the number of identified residues was below 3% of the whole sample, this part of data processing seems to be plausible in terms of content. For the subsequent cluster analysis (*Cluster module*), the Ward procedure with squared Euclidean distance was used. The determination of the best cluster solution was guided by content as well as by statistical criteria. Both, the elbow criterion and the Mojena stopping rule, with a threshold of 3.0 (Mojena, 1977), were used. Afterwards a partitioning cluster analysis (k -means method; *Relocate module*) was carried out to optimise the homogeneity within each cluster. Finally, the *Exacon module* was used to execute a transition analysis. The number of transitions from each cluster to the three levels of youth football success (cf. **Table 1**) was counted and tested for significance using Fisher's exact test, with a hypergeometric distribution ($p < 0.05$). The amount of transitions was represented as a multiple of the expected value and expressed using odds ratios ($OR = 1.0$ as the expected value; $OR < 1.0$ means less and $OR > 1.0$ more transitions than expected by chance).

RESULTS

Table 3 gives an overview of the total number of accumulated hours of activities during early sport participation up to 12 years of age, across specific clusters and throughout the entire sample. On average players completed a substantial amount of domain-specific in-club practice (1128 h). However, this accounts for only 22.5% of the total hours of all learning activities together. The players spent nearly twice as much time in free football play without supervision (2058 h, 41.0%) as in the club. Following

TABLE 3 | Descriptive statistics for the early sport participation (up to 12 years of age).

		<i>Early sport participation</i>							
		In-club practice (hours)		Free play (hours)		Sports activities besides football (hours)		Age at initial club participation (years)	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Overall	(<i>n</i> = 290) ¹	1127.9	355.0	2058.3	1055.4	1836.7	1060.2	6.3	1.3
Cluster 1	(<i>n</i> = 25)	1304.2	269.7	4257.8	1404.4	1968.5	830.4	5.5	0.7
Cluster 2	(<i>n</i> = 56)	1602.4	229.8	1988.5	630.5	1736.9	821.9	5.4	0.9
Cluster 3	(<i>n</i> = 106)	1071.5	208.5	1694.9	633.4	1360.4	673.6	5.9	0.9
Cluster 4	(<i>n</i> = 42)	1091.1	217.2	2359.2	726.6	3592.7	863.5	6.4	0.7
Cluster 5	(<i>n</i> = 61)	743.2	202.6	1645.2	811.8	1493.0	721.0	7.9	1.2

¹ Note that 4 cases were removed by residual analysis.

from the broad inclusion of any kind of other activities, the sports activities besides football contributed to a remarkable extent to the early sport participation of the participants (1837 h, 36.6%). The initial involvement in organised football took place at an average age of 6.3 years and only five players in the whole sample entered their first football club later than 9 years of age.

The cluster analysis extracted a five-pattern solution (cf. **Table 3** and **Figure 2**) and displayed an explained error sum of squares (EESS) of 52.1% after partitioning. Therefore it did not quite meet the desirable 2/3 criterion (Bergman et al., 2003). On the other hand, the total weighted mean of the homogeneity coefficients over all clusters reached a sufficient value (weighted $HC_{\text{mean}} = 0.97$) and the silhouette coefficient ($SC = 0.52$) illustrated that a reasonable structure was found in the analysed data (Kaufmann and Rousseuw, 1990; Vargha et al., 2015, 2016). Therefore, two out of three quality coefficients for the cluster analysis indicated an acceptable pattern solution.

According to the cluster profiles, cluster 1 was basically characterised by an extensive amount of free play within football (4258 h), which was around two standard deviations higher than average. In combination with a slightly increased amount of in-club practice (1304 h), which goes along with the early start of careers in football clubs at 5.5 years, these *Football enthusiasts* (*n* = 25) showed the highest number of domain-specific experiences overall. Furthermore, the profile of cluster 1 consisted of a slightly above average amount in activities besides football (1969 h), which led to the highest sum of 7531 h for all learning activities together.

The second cluster showed *Club players* (*n* = 56) to have the earliest initial club participation (5.4 years) and subsequently the highest amount of in-club practice (1602 h). Within free football, these *Club players* had a lower number of around 2270 h compared to the Football enthusiasts and, even in activities besides football, they were slightly below average (1737 h). Overall cluster 2 reached an amount of 5328 h within all learning activities.

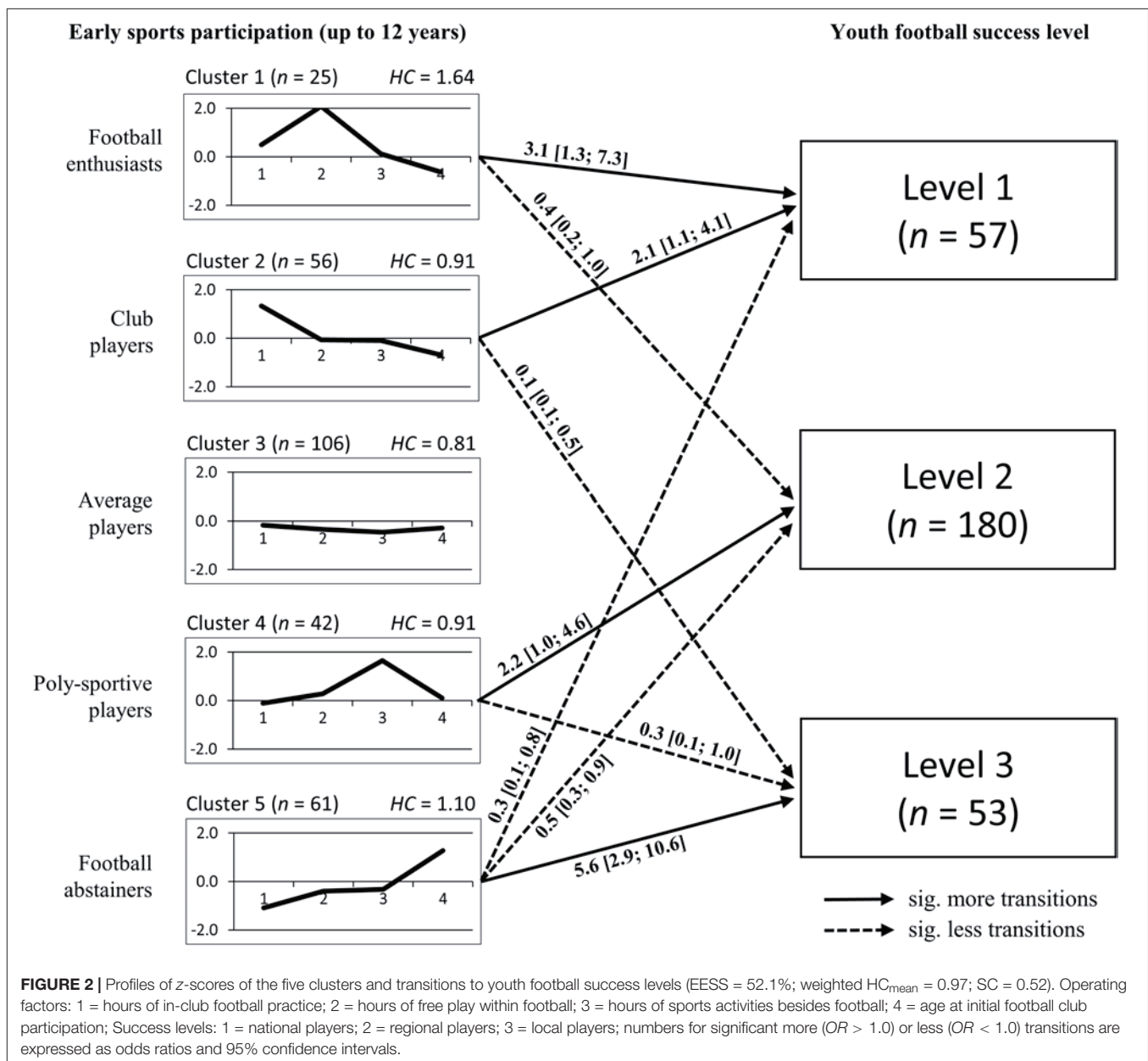
The largest group of *Average players* (*n* = 106) without special characteristics, i.e., *z*-scores < |0.5| in each operating factor, was found in cluster 3. They completed a total number of

4127 h in the three sections of learning activities (1072 h in-club practice, 1695 h free play and 1360 h activities besides football). Their highest absolute *z*-standardised value concerned the diversified sports activities besides football, with around 500 h below average.

A group with an extraordinarily high engagement in sports activities besides football (3593 h) was found in cluster 4, which led to the description as *Poly-sportive players* (*n* = 42). As regards football-specific activities, these players showed a slightly below average amount of in-club practice (1091 h) and an above average amount of free play within football (2359 hrs), while they started their careers in football clubs at an average age (6.4 years). Overall, this cluster completed 7043 h in the three learning activities.

Finally, *Football abstainers* (*n* = 61) formed cluster 5. These players started later in the organised football than their peers (7.9 years) and they did not participate that much in domain-specific (743 h in-club practice and 1645 h free play) or diversified activities (1493 h), whereby they only reached a total amount of 3881 h.

Regarding the transition analysis from clusters to youth football success levels, several significant differences from the expected values arose. First, *Football abstainers* showed an increased probability of playing football only on a local level (OR [95% CI] = 5.6 [2.9; 10.6], $\chi^2(1) = 19.79$, $p < 0.01$) and reduced chances for higher youth football success levels, as players from this cluster could rarely move up to a regional ($OR = 0.5$ [0.3; 0.9], $\chi^2(1) = 1.63$, $p = 0.02$) or national squad ($OR = 0.3$ [0.1; 0.8], $\chi^2(1) = 4.07$, $p = 0.01$). Analysing the transitions of *Poly-sportive players*, there was an above average chance for them to become regional players ($OR = 2.2$ [1.0; 4.6], $\chi^2(1) = 1.35$, $p = 0.03$). Furthermore, players from this cluster had a reduced risk of ending up in local level football ($OR = 0.3$ [0.1; 1.0], $\chi^2(1) = 2.85$, $p = 0.03$). The transitions of *Average players* from cluster 3 did not show any differences from expected values, while cluster 2 and its *Club players* were almost completely absent from the least successful local level ($OR = 0.1$ [0.1; 0.5], $\chi^2(1) = 8.33$, $p < 0.01$). In contrast, the constellation in this cluster led to an increase in transitions to the national level ($OR = 2.1$ [1.1; 4.1], $\chi^2(1) = 3.26$, $p = 0.02$). Finally, the most successful cluster



in terms of transitions to the SJNT was the *Football enthusiasts* ($OR = 3.1 [1.3; 7.3]$, $\chi^2(1) = 5.26$, $p = 0.01$), which had also a reduced tendency to be at the average regional level ($OR = 0.4 [0.2; 1.0]$, $\chi^2(1) = 1.32$, $p = 0.04$).

DISCUSSION

The presented findings support previous work showing the essential role of sport participation up to 12 years of age (Côté et al., 2007), as its characteristics significantly influence the chance to participate in a SJNT. *Football enthusiasts* and *Club players* have an increased chance of becoming selected for this highest level of youth football in Switzerland, whilst *Football*

abstainers have hardly any. In between *Average players* distribute to youth football levels as expected by chance, whilst *Poly-sportive players* tend to reach the average regional level most frequently.

Domain Specificity

As regards the question of the dimension of domain specificity, these results indicate the crucial role of specialisation within early sport participation. The most successful clusters in terms of SJNT selections completed the highest amounts of domain-specific learning activities (in club-practice and free play together). *Football abstainers* had by far the lowest amount in this area. Of course, taking only these three clusters into account, one can also refer to the relevance of the amount of sporting

activities at all, as in comparing *Football abstainers* (3881 h) with *Club players* (5328 h) and to *Football enthusiasts* (7531 h), the total number of hours in all of the three learning activities increases. Adding the *Poly-sportive players* (7043 h) to this analysis, the pattern changes and highlights the importance of the domain specificity of learning activities. A combination of these figures may lead to the conclusion that the chance of reaching higher levels of youth football increases from an early sport participation consisting of fewer learning activities (*Football abstainers*; tendency for local level), to one with less specific activities (*Average players* and *Poly-sportive players*; tendency for regional level) up to one with a high amount of domain-specific activities (*Football enthusiasts* and *Club players*; tendency for national level). In addition, this promising pathway of early specialisation goes in general along with an early entrance into the organised sport, as the two most successful clusters started their careers in football clubs at the earliest age (5.5 and 5.4 years). All of these findings seem to be in line with the early engagement hypothesis (Ford et al., 2009), which has been offered as a football-specific pathway to expertise before and has been supported by many other studies (Ford and Williams, 2012; Roca et al., 2012; Williams et al., 2012; Zibung and Conzelmann, 2013; Haugaasen et al., 2014).

Of course, the current operationalisation of domain specificity does not fulfil the need for more detailed analysis of diversified activities in the development of talented football players as claimed in previous studies (Williams et al., 2012; Coutinho et al., 2016b; Hornig et al., 2016). However, perceiving domain specificity as a continuum, the formation of discrete categories within learning activities apart from football (e.g., other team sports, racket games, and centimetres, gramme, or seconds sports) appeared to be somewhat inconsistent. Furthermore, the low amount of diversified learning activities recognised within comparable samples in the literature (Ford et al., 2009; Ford and Williams, 2012; Roca et al., 2012; Williams et al., 2012; Haugaasen et al., 2014; Hornig et al., 2016) seemed to be contradictory to an important role for developing expertise and a more detailed analysis of these activities. Finally methodological issues according to the LICUR method limit the number of involved operating factors (Bergman et al., 2003), whereby summing up all sporting activities besides football into a single operating factor was the corollary. In summary, there was a substantial number of hours within this factor (1837 h; 36.6% of all learning activities), which nevertheless may have less influence on the outcome according to youth football success levels than domain-specific activities have.

Performance Orientation

The role of performance orientation within early sports participation was a second issue of interest. The results regarding this dimension seem ambiguous. *Football enthusiasts* and *Club players* showed completely different patterns according to the value of performance orientation within their domain-specific activities. *Club players* showed the highest amount of performance-oriented in-club practice and an average

number of hours in fun-oriented free football. Vice versa, *Football enthusiasts* showed up as the most successful group by completing 2270 h more within free football, whilst missing around 300 h of in-club practice compared to the aforementioned *Club players*. Certainly, this superiority of *Football enthusiasts* can be interpreted in different ways. It seems clear that their higher total amount of learning activities may predict at least a part of this increased chance for being selected to SJNTs. An alternative assumption focuses on the characteristics of the less structured free play. Following Côté and Erickson (2015) this kind of learning activity without supervision may tend to take part within many different settings of the sport domain (e.g., playing beach soccer with friends, playing in a park after school, and playing on your own). Moreover, this tendency seems to induce some kind of domain-specific diversity. Subsequently Côté and Erickson (2015) connected this perception with issues of the dimension of domain specificity, leading to the mentioned change in their understanding of diversification/sampling. In this regard, they stated that this term may not only describe a sampling of different experiences from different sport domains (low amount of domain specificity; Côté et al., 2009), but also a high amount of domain specificity, if it is combined with participation within different settings of the same sport domain. In that case it may be possible to utilise positive effects of a diversification/sampling (e.g., transfer effects, increased intrinsic motivation; Fransen et al., 2012; Hendry et al., 2014; Vink et al., 2015), without losing domain-specific activity volume. In other words, this model would allow a concurrent specialisation and sampling, which may be expressed as *specialised sampling*¹. This could explain a positive effect of participating within diversified forms of domain-specific free play, and could further highlight the relevance of experiencing the whole scope of performance orientation within different learning activities of the same sport domain. This matches with the findings of the current investigation and the early engagement hypothesis (Ford et al., 2009); substantial amounts of both examined domain-specific settings, free play and in-club practice together, are promising for later success in football.

Similar to restrictions concerning domain specificity, some aspects of data collection confound the insights on performance orientation. First, the operationalisation through free play and in-club practice is feasible, but both categories are difficult to classify in terms of performance orientation. As just mentioned, free play may take part in many different settings, which also tend to differ in their level of performance orientation. Further, Helsen et al. (1998) already stated that the definition of deliberate practice,

¹Specialised in terms of *specialised sampling* is close to the common understanding of specialisation (Wiersma, 2000) and addresses a focus on the primary sport domain (high value of domain specificity). *Sampling*, as the second part of *specialised sampling* addresses the use of different kinds of activities (i.e., different settings with different values of performance orientation in the primary sport domain) for the explicit purpose of developing domain specific requirements within the primary sport domain (e.g., perceptual-cognitive skills or physiological capabilities). Compared to the original understanding of *sampling* (Côté et al., 2007), this seems to be only part of the intended message. In this context, *specialised sampling* does not address further psychosocial-oriented implications of *sampling*.

perceived as activity with the highest value of performance orientation, may be difficult in the context of team sports, since Ericsson et al. (1993) aligned their framework to individual practice. In conjunction with this, it seems to be questionable whether in-club practice during early sport participation, which may often take place in small clubs with limited resources (e.g., low number of well-educated coaches; Howie and Allison, 2015) and heterogeneous training groups (Helsen et al., 1998), can fulfil the criteria of a highly performance-oriented learning activity. Second, quality criteria for the learning activities (Ford et al., 2010b; Coutinho et al., 2016a), have not been recorded nor taken into account in the current investigation. Anyway, the stated relevance of a diversity within domain-specific activities induced by several degrees of performance orientation (i.e., specialised sampling) seems plausible, as many aforementioned results support this insight.

General Limitations

Whenever humans have to think back and remember specific details of their past, forgetting and uncertainty is inevitable to a certain degree (Hopwood, 2015). Participants and their parents had to think back around 6.6 years on average to complete the retrospective questionnaire in the current investigation. Compared to many studies dealing with expertise on adult level (e.g., Zibung and Conzelmann, 2013; Hornig et al., 2016), this is a relatively short period. However, to the best of our knowledge no investigation about psychometric properties of retrospective questionnaires on that amount of time exists. Over shorter periods, common values for validity and reliability of involvement in practice activities (hours per week or per year) and age at initial participation in primary sport were presented in the methods section. Nevertheless, Pearson correlations might hide the problem of overestimation (Hodges and Starkes, 1996; Helsen et al., 1998). Whilst the ratio between participants is rather stable, the absolute number of estimated hours in sporting activities seem to increase with chronological distance to the estimation. Further, the accuracy of recall is influenced by the organisational structure, which means that more structured and regular activity types show superiority over free playing amounts (Memmert et al., 2010).

Up to now, there is no unified understanding how to operationalise early sport participation. Following a substantial number of contributions (Baker et al., 2003a; Moesch et al., 2011; Zibung and Conzelmann, 2013; Hendry et al., 2014; Coutinho et al., 2016a; Hornig et al., 2016), we used practice and play oriented activities in primary sport, training activities besides the primary domain and age at initial primary sport club participation. Extending this definition, accumulated amounts in competition have complemented this operationalisation many times to a relevant extent (Ford et al., 2009; Roca et al., 2012; Ford and Williams, 2017). However, as the Swiss football association tries to regulate the amount of competition in certain age groups, we assume that a smaller amount of information was left behind than in other environmental circumstances, where the number of competitions is up to each individual club.

Overall, impaired psychometric properties and leaving out some information within operationalisation of early sport

participation limit presented results and may omit further insights (e.g., small groups with other specific development constellations) to a certain extent. On the other side, these limitations do not result from carelessness nor neglect. The applied method illustrates consensual thoughts on contributing to the most common promising pathways of early sport participation, which we balanced to the best of our knowledge.

CONCLUSION

This study examined the influence of characteristics of learning activities within early sport participation on youth football success levels. Whilst Zibung and Conzelmann (2013) investigated SJNT players and their later success in senior football, the present research dealt with the most promising pathway to even reach the SJNT level from a broader sample. According to this, around 15 years between the researched cohorts and a shift to a different selection level within Swiss football did not lead to any fundamental changes in terms of arising patterns within cluster constellations. Thus, the current contribution together with that of Zibung and Conzelmann (2013) draw a coherent picture of the talent development system in Swiss football. To succeed within this system, a huge amount of domain-specific learning activities within early sport participation is recommended.

However, we definitely do not claim that our data support the deliberate practice framework (Ericsson et al., 1993). Quite the contrary, the most successful cluster of *Football enthusiasts* with its extraordinary amount of free play supports the hypothesis that a broad range of settings within domain-specific learning activities may lead to superior success later in the football career. These diversified settings include different

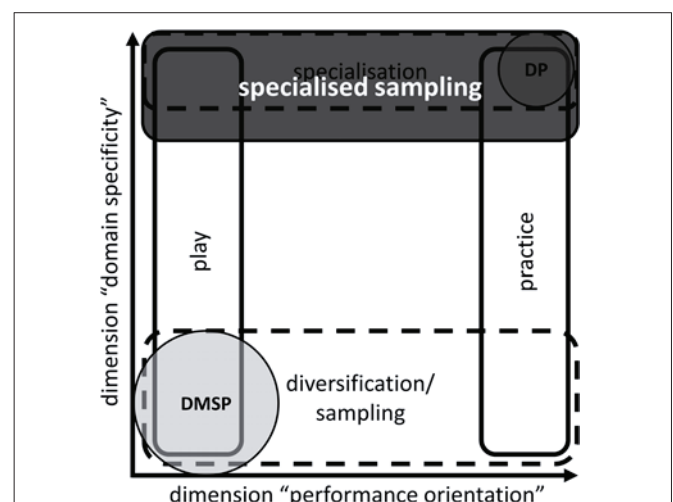


FIGURE 3 | The specialised sampling model within the two-dimensional construct of domain specificity and performance orientation in relation to deliberate practice framework (DP) and the elite performance through sampling pathway from the development model of sports participation (DMSP).

values of performance orientation (e.g., free play and in-club activities) as well as miscellaneous activities (e.g., beach soccer, playing in a park, and organised match play). Following the concept of Côté and Erickson (2015), who described this as a new understanding of diversification/sampling (i.e., sampling different settings within one domain instead of sampling between several domains), based on our data we perceive the talent development in Swiss football as a *specialised sampling model* (cf. Figure 3).

Nevertheless, mechanisms behind the specialised sampling model remain unclear to a certain extent. Of course, hypothesis of sampling/diversification pathways have been suggested earlier (e.g., transfer effects, increased intrinsic motivation; Fransen et al., 2012; Hendry et al., 2014; Vink et al., 2015). In that case, specialised sampling may reflect some kind of seeking for diversity. Depending on the environmental context, there may be different solutions to do this (Storm et al., 2012; Suppiah et al., 2015). Although Switzerland has a reasonable multi-sport history (e.g., winning Olympic diploma in 20 different sport domains in last summer and winter games) and multi-sport ideology in terms of national coaches education and public funding, football plays a key role in Swiss youth sport participation. The success of the senior national team (e.g., placing fourth in FIFA nations ranking in august 2017) and the high number of local clubs and registered players (Romann and Fuchslocher, 2013) result in a major impact on general society. Therefore, the search for diversity in Swiss youth sport participation may result in different settings of football as the most attractive solution. Further, supporting mechanisms of specialised sampling may connect to deliberate practice framework contents. Its deliberate practice activities are by itself not inherently enjoyable (Ericsson et al., 1993), whilst enjoyment of activities has been described as essential for keeping intrinsic motivation and following goals sustainable (Hendry et al., 2014). From that point of view, sampling several activities within the domain may reflect an addition of more enjoyable activities to keep the less enjoyable, more performance-oriented activities going. In addition, deliberate practice framework already stated on the embedment of playful activities for recovery (Ericsson et al., 1993). In that case, some amount of free play

may have value for an active, biological and/or psychological recovery (Saw et al., 2016) from more intense and structured in-club practice.

Overall, it is very complex to unfold the exact mechanisms of successful patterns of early sport participation completely. Different cultures (e.g., availability of diversity of sport domains, popularity of a certain domain) and structures (e.g., talent development programmes) may significantly influence the success of certain development pathways (Storm et al., 2012; Suppiah et al., 2015). In Swiss football, we assume a specialised sampling model with a high degree of domain specificity within early sport participation (specialisation), which is enriched by a sport-specific diversity resulting from a broad range of settings within football (sampling), to be the most promising one.

If the existence of such models may be further supported by subsequent research, this could lead to a resolution of the specialise or sample debate (Côté et al., 2009). The ideas of former opposite counterparts would merge somewhere in the middle of extreme positions by enabling a coexistence of specialising and sampling through the specialised sampling model.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Substantial contributions to the conception or design of the work, interpretation of data, drafting the work or revising it critically for important intellectual content, final approval of the version to be published, and agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved: RS, CZ, MZ, and AC. Data acquisition: CZ. Data analysis: RS and MZ.

ACKNOWLEDGMENTS

We would like to thank the Swiss Football Association for supporting and funding this research project.

REFERENCES

- Araújo, D., Fonseca, C., Davids, K., Garganta, J., Volossovitch, A., Brandão, R., et al. (2010). The role of ecological constraints on expertise development. *Talent Dev. Excell.* 2, 165–179.
- Bailey, R., and Collins, D. (2013). The standard model of talent development and its discontents. *Kinesiol. Rev.* 2, 248–259. doi: 10.1123/krj.2.4.248
- Baker, J., Cobley, S., and Fraser-Thomas, J. (2009). What do we know about early sport specialization? Not much! *High Ability Stud.* 20, 77–89. doi: 10.1080/13598130902860507
- Baker, J., Côté, J., and Abernethy, B. (2003a). Learning from the experts: practice activities of expert decision makers in sport. *Res. Q. Exerc. Sport* 74, 342–347. doi: 10.1080/02701367.2003.10609101
- Baker, J., Horton, S., Robertson-Wilson, J., and Wall, M. (2003b). Nurturing sport expertise: factors influencing the development of elite athlete. *J. Sports Sci. Med.* 2, 1–9.
- Baker, J., and Horton, S. (2004). A review of primary and secondary influences on sport expertise. *High Ability Stud.* 15, 211–228. doi: 10.1080/1359813042000314781
- Baker, J., and Young, B. (2014). 20 years later: deliberate practice and the development of expertise in sport. *Int. Rev. Sport Exerc. Psychol.* 7, 135–157. doi: 10.1080/1750984X.2014.896024
- Barreiros, A., Côté, J., and Fonseca, A. M. (2014). From early to adult sport success: analysing athletes' progression in national squads. *Eur. J. Sport Sci.* 14(Suppl. 1), 178–182. doi: 10.1080/17461391.2012.671368
- Bergeron, M. F., Mountjoy, M., Armstrong, N., Chia, M., Côté, J., Emery, C. A., et al. (2015). International olympic committee consensus statement on youth athletic development. *Br. J. Sports Med.* 49, 843–851. doi: 10.1136/bjsports-2015-094962
- Bergman, L., and Andersson, H. (2010). The person and the variable in developmental psychology. *J. Psychol.* 218, 155–165. doi: 10.1027/0044-3409/a000025
- Bergman, L., and El-Khoury, B. M. (2002). *SLEIPNER - A Statistical Package for Pattern-Oriented Analyses*. Stockholm: Stockholm University.
- Bergman, L., and El-Khoury, B. M. (2003). A person-oriented approach: methods for today and methods for tomorrow. *New Dir. Child Adolesc. Dev.* 101, 25–38. doi: 10.1002/cd.80

- Bergman, L., Magnusson, D., and El-Khoury, B. M. (2003). *Studying Individual Development in an Interindividual Context: A Person-Oriented Approach*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bridge, M. W., and Toms, M. R. (2013). The specialising or sampling debate: a retrospective analysis of adolescent sports participation in the UK. *J. Sports Sci.* 31, 87–96. doi: 10.1080/02640414.2012.721560
- Bruner, M. W., Erickson, K., Wilson, B., and Côté, J. (2010). An appraisal of athlete development models through citation network analysis. *Psychol. Sport Exerc.* 11, 133–139. doi: 10.1016/j.psychsport.2009.05.008
- Côté, J. (1999). The influence of the family in the development of talent in sport. *Sport Psychol.* 13, 395–417. doi: 10.1123/tsp.13.4.395
- Côté, J., Baker, J., and Abernethy, B. (2003). “From play to practice: a developmental framework for the acquisition of expertise in team sports,” in *Expert Performance in Sports: Advances in Research on Sport Expertise*, eds J. L. Starkes and K. A. Ericsson (Champaign, IL: Human Kinetics), 89–95.
- Côté, J., Baker, J., and Abernethy, B. (2007). “Practice and play in the development of sport expertise,” in *Handbook of Sport Psychology*, eds G. Tenenbaum and R. C. Eklund (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons), 184–202.
- Côté, J., and Erickson, K. (2015). “Diversification and deliberate play during the sampling years,” in *Routledge Handbook of Sport Expertise: Deliberate Practice in Sport*, eds J. Baker and D. Farrow (Florence: Routledge), 305–316.
- Côté, J., and Hancock, D. J. (2015). Evidence-based policies for youth sport programmes. *Int. J. Sport Policy Polit.* 8, 51–65. doi: 10.1080/19406940.2014.919338
- Côté, J., Lidor, R., and Hackfort, D. (2009). ISSP position stand: to sample or to specialize? Seven postulates about youth sport activities that lead to continued participation and elite performance. *Int. J. Sport Exerc. Psychol.* 7, 7–17. doi: 10.1080/1612197X.2009.9671889
- Côté, J., and Vierimaa, M. (2014). The developmental model of sport participation: 15 years after its first conceptualization. *Sci. Sports* 29, S63–S69. doi: 10.1016/j.scispo.2014.08.133
- Coutinho, P., Mesquita, I., Davids, K., Fonseca, A. M., and Côté, J. (2016a). How structured and unstructured sport activities aid the development of expertise in volleyball players. *Psychol. Sport Exerc.* 25, 51–59. doi: 10.1016/j.psychsport.2016.04.004
- Coutinho, P., Mesquita, I., and Fonseca, A. M. (2016b). Talent development in sport: a critical review of pathways to expert performance. *Int. J. Sports Sci. Coach.* 11, 279–293. doi: 10.1177/1747954116637499
- Difiori, J. P., Benjamin, H. J., Brenner, J. S., Gregory, A., Jayanthi, N., Landry, G. L., et al. (2014). Overuse injuries and burnout in youth sports: a position statement from the American Medical Society for Sports Medicine. *Br. J. Sports Med.* 48, 287–288. doi: 10.1136/bjsports-2013-093299
- Ericsson, K. A. (2008). Deliberate practice and acquisition of expert performance: a general overview. *Acad. Emerg. Med.* 15, 988–994. doi: 10.1111/j.1553-2712.2008.00227.x
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., and Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychol. Rev.* 100, 363–406. doi: 10.1037/0033-295X.100.3.363
- Feeley, B. T., Agel, J., and LaPrade, R. F. (2016). When is it too early for single sport specialization? *Am. J. Sports Med.* 44, 234–241. doi: 10.1177/0363546515576899
- Ford, P. R., Carling, C., Garces, M., Marques, M., Miguel, C., Farrant, A., et al. (2012). The developmental activities of elite soccer players aged under-16 years from Brazil, England, France, Ghana, Mexico, Portugal and Sweden. *J. Sports Sci.* 30, 1653–1663. doi: 10.1080/02640414.2012.701762
- Ford, P. R., Coughlan, E. K., Hodges, N. J., and Williams, A. M. (2015). “Deliberate practice in sport,” in *Routledge Handbook of Sport Expertise: Deliberate Practice in Sport*, eds J. Baker and D. Farrow (Florence: Routledge), 347–362.
- Ford, P. R., Low, J., McRobert, A. P., and Williams, A. M. (2010a). Developmental activities that contribute to high or low performance by elite cricket batters when recognizing type of delivery from bowlers’ advanced postural cues. *J. Sport Exerc. Psychol.* 32, 638–654. doi: 10.1123/jsep.32.5.638
- Ford, P. R., Ward, P., Hodges, N. J., and Williams, M. (2009). The role of deliberate practice and play in career progression in sport: the early engagement hypothesis. *High Ability Stud.* 20, 65–75. doi: 10.1080/13598130902860721
- Ford, P. R., and Williams, A. M. (2012). The developmental activities engaged in by elite youth soccer players who progressed to professional status compared to those who did not. *Psychol. Sport Exerc.* 13, 349–352. doi: 10.1016/j.psychsport.2011.09.004
- Ford, P. R., and Williams, A. M. (2017). “Sport activity in childhood. Early specialization and diversification,” in *Routledge Handbook of Talent Identification and Development in Sport*, eds J. Baker, S. Cobley, J. Schorer, and N. Wattie (Florence: Routledge), 117–132.
- Ford, P. R., Yates, I., and Williams, A. M. (2010b). An analysis of practice activities and instructional behaviours used by youth soccer coaches during practice: exploring the link between science and application. *J. Sports Sci.* 28, 483–495. doi: 10.1080/02640410903582750
- Forsman, H., Blomqvist, M., Davids, K., Konttinen, N., and Liukkonen, J. (2016). The role of sport-specific play and practice during childhood in the development of adolescent Finnish team sport athletes. *Int. J. Sports Sci. Coach.* 11, 69–77. doi: 10.1177/1747954115624816
- Fransen, J., Pion, J., Vandendriessche, J., Vandenborpe, B., Vaeyens, R., Lenoir, M., et al. (2012). Differences in physical fitness and gross motor coordination in boys aged 6–12 years specializing in one versus sampling more than one sport. *J. Sports Sci.* 30, 379–386. doi: 10.1080/02640414.2011.642808
- Fraser-Thomas, J., Côté, J., and Deakin, J. (2008). Examining adolescent sport dropout and prolonged engagement from a developmental perspective. *J. Appl. Sport Psychol.* 20, 318–333. doi: 10.1080/10413200802163549
- Greco, P., Memmert, D., and Morales, J. C. P. (2010). The effect of deliberate play on tactical performance in basketball. *Percept. Mot. Skills* 110, 849–856. doi: 10.2466/PMS.110.3.849-856
- Grix, J., and Carmichael, F. (2012). Why do governments invest in elite sport? A polemic. *Int. J. Sport Policy Polit.* 4, 73–90. doi: 10.1080/19406940.2011.627358
- Gulbin, J., Weissensteiner, J. R., Oldenziel, K., and Gagné, F. (2013). Patterns of performance development in elite athletes. *Eur. J. Sport Sci.* 13, 605–614. doi: 10.1080/17461391.2012.756542
- Güllich, A. (2014). Selection, de-selection and progression in German football talent promotion. *Eur. J. Sport Sci.* 14, 530–537. doi: 10.1080/17461391.2013.858371
- Haugaasen, M., Toering, T. T., and Jordet, G. (2014). From childhood to senior professional football: elite youth players’ engagement in non-football activities. *J. Sports Sci.* 32, 1940–1949. doi: 10.1080/02640414.2014.970218
- Helsen, W., Starkes, J. L., and Hodges, N. J. (1998). Team sports and the theory of deliberate practice. *J. Sport Exerc. Psychol.* 20, 12–34. doi: 10.1123/jsep.20.1.12
- Hendry, D. T., Crocker, P. R. E., and Hodges, N. J. (2014). Practice and play as determinants of self-determined motivation in youth soccer players. *J. Sports Sci.* 32, 1091–1099. doi: 10.1080/02640414.2014.880792
- Hodges, N. J., and Starkes, J. L. (1996). Wrestling with the nature of expertise: a sport specific test of Ericsson, Krampe and Tesch-Römer’s (1993) theory of “deliberate practice”. *Int. J. Sport Psychol.* 27, 400–424.
- Holt, N. L. (2002). A comparison of the soccer talent development systems in England and Canada. *Eur. Phys. Educ. Rev.* 8, 270–285. doi: 10.1177/1356336X020083006
- Hopwood, M. J. (2015). “Issues in the collection of athlete training histories,” in *Routledge Handbook of Sport Expertise: Deliberate Practice in Sport*, eds J. Baker and D. Farrow (Florence: Routledge), 156–165.
- Hornig, M., Aust, F., and Güllich, A. (2016). Practice and play in the development of German top-level professional football players. *Eur. J. Sport Sci.* 16, 96–105. doi: 10.1080/17461391.2014.982204
- Howie, L., and Allison, W. (2015). The English football association charter for quality: the development of junior and youth grassroots football in England. *Soccer Soc.* 17, 800–809. doi: 10.1080/14660970.2015.1100897
- Jayanthi, N., Pinkham, C., Dugas, L., Patrick, B., and Labella, C. (2013). Sports specialization in young athletes: evidence-based recommendations. *Sports Health* 5, 251–257. doi: 10.1177/1941738112464626
- Kaufmann, L., and Rousseau, P. J. (1990). *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. New York, NY: John Wiley & Sons. doi: 10.1002/9780470316801
- LaPrade, R. F., Agel, J., Baker, J., Brenner, J. S., Cordasco, F. A., Côté, J., et al. (2016). AOSSM early sport specialization consensus statement. *Orthop. J. Sports Med.* 4:2325967116644241. doi: 10.1177/2325967116644241
- Law, M. P., Côté, J., and Ericsson, K. A. (2007). Characteristics of expert development in rhythmic gymnastics: a retrospective study. *Int. J. Sport Exerc. Psychol.* 5, 82–103. doi: 10.1080/1612197X.2008.9671814
- Macnamara, B. N., Moreau, D., and Hambrick, D. Z. (2016). The relationship between deliberate practice and performance in sports: a meta-analysis. *Perspect. Psychol. Sci.* 11, 333–350. doi: 10.1177/1745691616635591

- Malina, R. M. (2010). Early sport specialization: roots, effectiveness, risks. *Curr. Sports Med. Rep.* 9, 364–371. doi: 10.1249/JSR.0b013e3181fe3166
- Memmert, D., Baker, J., and Bertsch, C. (2010). Play and practice in the development of sport-specific creativity in team ball sports. *High Ability Stud.* 21, 3–18. doi: 10.1080/13598139.2010.488083
- Moesch, K., Elbe, A.-M., Hauge, M.-L. T., and Wikman, J. M. (2011). Late specialization: the key to success in centimeters, grams, or seconds (cgs) sports. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 21, e282–e290. doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01280.x
- Mojena, R. (1977). Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. *Comput. J.* 20, 359–363. doi: 10.1093/comjnl/20.4.359
- Mostafavifar, A. M., Best, T. M., and Myer, G. D. (2013). Early sport specialisation, does it lead to long-term problems? *Br. J. Sports Med.* 47, 1060–1061. doi: 10.1136/bjsports-2012-092005
- Mountjoy, M., Armstrong, N., Bizzini, L., Blimkie, C., Evans, J., Gerrard, D., et al. (2008). IOC consensus statement: “training the elite child athlete”. *Br. J. Sports Med.* 42, 163–164. doi: 10.1136/bjsm.2007.044016
- Pasulka, J., Jayanthi, N., McCann, A., Dugas, L. R., and Labella, C. (2017). Specialization patterns across various youth sports and relationship to injury risk. *Phys. Sportsmed.* 45, 344–352. doi: 10.1080/00913847.2017.1313077
- Read, P. J., Oliver, J. L., DeStCroix, M. B. A., Myer, G. D., and Lloyd, R. S. (2016). The scientific foundations and associated injury risks of early soccer specialisation. *J. Sports Sci.* 34, 2295–2302. doi: 10.1080/02640414.2016.1173221
- Rees, T., Hardy, L., Güllich, A., Abernethy, B., Côté, J., Woodman, T., et al. (2016). The great british medalists project: a review of current knowledge on the development of the world's best sporting talent. *Sports Med.* 46, 1041–1058. doi: 10.1007/s40279-016-0476-2
- Relvas, H., Littlewood, M., Nesti, M., Gilbourne, D., and Richardson, D. (2010). Organizational structures and working practices in elite european professional football clubs: understanding the relationship between youth and professional domains. *Eur. Sport Manag. Q.* 10, 165–187. doi: 10.1080/16184740903559891
- Roca, A., Williams, M., and Ford, P. R. (2012). Developmental activities and the acquisition of superior anticipation and decision making in soccer players. *J. Sports Sci.* 30, 1643–1652. doi: 10.1080/02640414.2012.701761
- Romann, M., and Fuchslocher, J. (2013). Relative age effects in Swiss junior soccer and their relationship with playing position. *Eur. J. Sport Sci.* 13, 356–363. doi: 10.1080/17461391.2011.635699
- Ropponen, A., Levälähti, E., Simonen, R., Videman, T., and Battie, M. C. (2001). Repeatability of lifetime exercise reporting. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 11, 185–192. doi: 10.1046/j.1524-4725.2001.110309.x
- Saw, A. E., Main, L. C., and Gustin, P. B. (2016). Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. *Br. J. Sports Med.* 50, 281–291. doi: 10.1136/bjsports-2015-094758
- Storm, L. K., Henriksen, K., and Christensen, M. K. (2012). Specialization pathways among elite Danish athletes: a look at the developmental model of sport participation from a cultural perspective. *Int. J. Sport Psychol.* 43, 199–222.
- Strachan, L., Côté, J., and Deakin, J. (2009). “Specializers” versus “samplers” in youth sport: comparing experiences and outcomes. *Sport Psychol.* 23, 77–92. doi: 10.1123/tsp.23.1.77
- Suppiah, H. T., Low, C. Y., and Chia, M. (2015). Detecting and developing youth athlete potential: different strokes for different folks are warranted. *Br. J. Sports Med.* 49, 878–882. doi: 10.1136/bjsports-2015-094648
- Vargha, A., Bergman, L., and Takács, S. (2016). Performing cluster analysis within a person-oriented context: some methods for evaluating the quality of cluster solutions. *J. Person Oriented Res.* 2, 78–86. doi: 10.17505/jpor.2016.08
- Vargha, A., Torma, B., and Bergman, L. (2015). ROPstat: a general statistical package useful for conducting person-oriented analysis. *J. Person Oriented Res.* 1, 87–98. doi: 10.17505/jpor.2015.09
- Vink, K., Raudsepp, L., and Kais, K. (2015). Intrinsic motivation and individual deliberate practice are reciprocally related: evidence from a longitudinal study of adolescent team sport athletes. *Psychol. Sport Exerc.* 16, 1–6. doi: 10.1016/j.psychsport.2014.08.012
- Wall, M., and Côté, J. (2007). Developmental activities that lead to dropout and investment in sport. *Phys. Educ. Sport Pedagogy* 12, 77–87. doi: 10.1080/1740890601060358
- Wiersma, L. D. (2000). Risks and benefits of youth sport specialization: perspectives and recommendations. *Pediatr. Exerc. Sci.* 12, 13–22. doi: 10.1123/pes.12.1.13
- Williams, M., and Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *J. Sports Sci.* 18, 657–667. doi: 10.1080/02640410050120041
- Williams, M., Ward, P., Bell-Walker, J., and Ford, P. R. (2012). Perceptual-cognitive expertise, practice history profiles and recall performance in soccer. *Br. J. Psychol.* 103, 393–411. doi: 10.1111/j.2044-8295.2011.02081.x
- Zibung, M., and Conzelmann, A. (2013). The role of specialisation in the promotion of young football talents: a person-oriented study. *Eur. J. Sport Sci.* 13, 452–460. doi: 10.1080/17461391.2012.749947
- Zibung, M., Zuber, C., and Conzelmann, A. (2016). The motor subsystem as a predictor of success in young football talents: a person-oriented study. *PLoS One* 11:e0161049. doi: 10.1371/journal.pone.0161049
- Zuber, C., Zibung, M., and Conzelmann, A. (2016). Holistic patterns as an instrument for predicting the performance of promising young soccer players – a 3-year longitudinal study. *Front. Psychol.* 7:1088. doi: 10.3389/fpsyg.2016.01088

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2018 Siegartsleitner, Zuber, Zibung and Conzelmann. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Appendix B: Publikation 2

Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M. & Conzelmann, A. (2019). "Science or coaches' eye? – Both!" Beneficial collaboration of multidimensional measurements and coach assessments for efficient talent selection in elite youth football. *Journal of Sports Science & Medicine*, 18, 32–43.

Research article

Science or Coaches' Eye? – Both! Beneficial Collaboration of Multidimensional Measurements and Coach Assessments for Efficient Talent Selection in Elite Youth Football

Roland Sieghartsleitner ✉, Claudia Zuber, Marc Zibung and Achim Conzelmann

Institute of Sport Science, University of Bern, Switzerland

Abstract

Due to the tremendous popularity of youth football, practitioners in this domain face the ongoing question of the most effective solutions in early talent selection. Although the scientific community has suggested multidimensional models for some time, coach assessments and motor performance tests remain common. Earlier research has determined the strengths and weaknesses within these different approaches. The current investigation directly compared the effectiveness of each approach in talent selection (coach assessment vs. motor performance tests vs. multidimensional data). A sample of 117 youth football players, their parents, and coaches participated in multidimensional measurements in the U14 age category (coach assessments, motor performance tests, psychological characteristics, familial support, training history, and biological maturation). The area under the curve (AUC [95% CI]) from receiver operating characteristic indicated the prognostic validity of each approach in predicting U19 player status five years after the assessments (professional vs. non-professional). Motor performance tests (0.71 [0.58; 0.84]) showed a lower AUC than the multidimensional data (0.85 [0.76; 0.94], $p = 0.02$), whilst coach assessments did not differ from the two others (.82 [.74; .90]). Further, combined talent selection approaches, especially the use of coach assessments and multidimensional data together, were significantly better at predicting U19 player status (0.93 [0.87; 0.98], $p = 0.02$ vs. multidimensional data only). Although certain limitations may impede further insights (summation of data, skipped use of non-linear statistics), scientific claims for using multidimensionality within talent selection were confirmed to be fruitful. In particular, the combination of the subjective coaches' eye with scientific data may buffer the mutual weaknesses of these different approaches. Future research should focus on optimizing the output of promising multidimensional models. Knowledge of detailed values relating to specific dimensions within these models and the implementation of enhanced non-linear statistics may enable further improvements in the field of talent selection.

Key words: Talent identification, talent diagnostic, soccer, multidimensional tests, coach assessment, prognostic validity.

Introduction

The tremendous popularity of football over the last decades means it is one of the most competitive sports worldwide (Haugaasen and Jordet, 2012). Simultaneously, the development of outstanding football players has become a profitable and prestigious business for clubs and national associations (Relvas et al., 2010). Within this process of talent development, talent identification and talent selection play key roles. *Talent selection describes the inclusion of iden-*

tified talents into a development program (Williams and Reilly, 2000). By subsequently referring only to talent selection, we also imply the process of recognizing participants with the potential to become elite players (talent identification) within that expression. The function of talent selection is to recognize and choose the most promising youth players to receive a superior learning environment (e.g. specialized coaching) within the development systems of football organizations (Williams and Reilly, 2000). In general, it seems to be clear that an optimized and ongoing promotion of any young football participant would be the most promising model of talent development in terms of using the potential of the whole population (Côté and Hancock, 2015). However, resources within football organizations are still limited. Therefore, talent selection and deselections (with the implication of losing potential) have to be taken into account as an inevitable but necessary process of focusing resources on players with the highest potential for future elite performance (Suppiah et al., 2015).

Resulting from the necessity of talent selection, practitioners in the field face the ongoing question of what are the most effective methods for this procedure. Although multidimensional approaches for talent selection have been suggested for some time (Abbott et al., 2005; Vaeyens et al., 2008; Williams and Reilly, 2000), most clubs and associations still rely solely on subjective data from coach assessments (Christensen, 2009; Larkin and Reeves, 2018). Only specific objective data (e.g., from motor performance tests) is common within talent selections in several development programs, in addition to the coaches' eye (Höner et al., 2017). Thus, there is a gap between recommendations of the scientific community and the procedures currently executed in the field (Larkin and Reeves, 2018). In addition to the frequently discussed issues relating to a need for further coach education (Figueiredo et al., 2014), one reason for this gap might be the lack of scientific evidence for the superiority of multidimensional approaches for talent selection over the commonly used coach assessments or motor performance tests. Until now, there has not been a direct comparison between these different methodological approaches to talent selection (coach assessment vs. motor performance tests vs. multidimensional data). The possible differences between the three approaches in their potential to predict future success of young football players remain unclear (Schorer et al., 2017).

Scientific opinion differs on the utility of coach assessments for talent selection in football. On one hand, the holistic nature allows coaches to integrate information

from several dimensions and to judge players as a whole (Buekers et al., 2015). Jokuschies et al. (2017) endorse this positive view of the coaches' eye by systematizing talent criteria from five junior national team coaches of the Swiss Football Association. They were able to show that coaches' rating within certain talent criteria were reliable and valid in their appraisal of players overall potential. Furthermore, coaches' ratings of the overall performance of players and overall potential show high interrater reliability (Fenner et al., 2016; Güllich et al., 2017; Zuber and Conzelmann, 2014). However, it could be argued that coaches' decisions within talent selection seem to be guided by subjective feelings (Johansson and Fahlén, 2017; Lund and Söderström, 2017), and practitioners in the field do not have a generally accepted talent model (Jokuschies et al., 2017). Additionally, ratings of overall in-game performance are, for example, influenced by the number of actions players have in a game (Tromp et al., 2013). Biological maturation also influences the subjective ratings of in-game performance (Cripps et al., 2016), although an experienced coaches' eye has the potential to be a valid estimator of maturation (Romann et al., 2017).

The value of motor performance tests for talent selection in football has been demonstrated in several cases through the measurement of physiological data and general motor performance (Dodd and Newans, 2018; Gonaus and Müller, 2012; Le Gall et al., 2010; Murr et al., 2018), as well as technical skills (Forsman et al., 2016; Höner and Votteler, 2016; Sarmiento et al., 2018). However, the prognostic validity of physiological data (e.g., aerobic capacity) and general motor performance tests (e.g., sprint performance) in the long-term talent prediction of youth players is vigorously questioned due to development-related influences such as biological maturation and relative age (Johnson et al., 2017; Malina et al., 2017; Müller et al., 2017; Romann et al., 2018). For that reason, domain specific test items (e.g., technical skills) are thought to provide higher prognostic validity than general motor performance tests, although the reliability of the former is generally lower (Lidor et al., 2009). Therefore, the overall value of motor performance tests for talent selection in football is still under discussion (Leyhr et al., 2018).

In addition to coach assessments and motor performance tests, common scientific recommendations for multidimensional modelling in talent selection refer to psychological characteristics, familial support, and training history as potential predictors of future success (Figueiredo et al., 2009; Huijgen et al., 2014; Williams and Reilly, 2000). In particular, psychological characteristics are increasingly receiving attention in the field. For example, motivational, volitional, and self-regulation skills are particularly relevant (Gledhill et al., 2017; Zuber et al., 2015). Notably, coaches' perceptions of talent in elite youth football players are predominantly influenced by psychological characteristics (Jokuschies et al., 2017). However, confounding influences (such as limited knowledge about personality changes over time, difficulties with the operationalization of psychological items, the wide variety of designs used in research) inhibit

a clear view on the value of psychological characteristics in talent selection in youth football (Gledhill et al., 2017; Sarmiento et al., 2018). The influence of familial support, which can be expressed through emotional, financial, or organizational means, is traditionally discussed in the context of talent development (Côté, 1999; Knight et al., 2017), while its predictive power for talent selection has hardly been investigated (Zibung and Conzelmann, 2014). Therefore, a greater understanding of the possible impact of familial support in talent selection is still needed (Sarmiento et al., 2018). Finally, the predictive value of training history, especially up to 12 years of age, is vigorously debated. Although there is evidence that some kind of early engagement in a specialized-sampling model, with extensive volume and a broad range of activities within football (Ford and Williams, 2017; Siegartsleitner et al., 2018), seems to be fruitful for later success, data remain contradictory (Hornig et al., 2016).

Overall, the commonly used and recommended methodological approaches to talent selection each have pros and cons. Coach assessments are inherently subjective, which is always a bone of contention when considering psychometric properties (Johansson and Fahlén, 2017; Jokuschies et al., 2017; Lund and Söderström, 2017). However, the holistic character of coach assessments reflects the potential for coaches to integrate information from several different dimensions and to judge players more as a whole. This provides a clear benefit over other assessment methods and leads to easier decision making in terms of overall assessments in selecting or de-selecting a player (Buekers et al., 2015). In contrast, for motor performance tests and multidimensional measurements, psychometric properties in terms of objectivity and reliability are generally accepted by the scientific community and practitioners in the field (Höner et al., 2017). However, there is only limited evidence in support of the prognostic validity of each dimension in predicting later success in football (Sarmiento et al., 2018). Furthermore, motor performance tests and multidimensional test batteries provide results consisting of several variables from various items and dimensions, and the issue of integrating these variables into an overall assessment and determining the load of specific variables is critical (Bergman and Trost, 2006; Till et al., 2016; Till et al., 2018). Given the importance of overall decision making on a single player, this is particularly problematic.

Given the current uncertainty on the use of different talent selection instruments, there is an increasing interest and requirement for a direct comparison of their relative values in terms of prognostic validity (Buekers et al., 2015; Schorer et al., 2017). If all methodological approaches have separate strengths and weaknesses, which is most useful in predicting late success: coach assessments, motor performance tests, or multidimensional data? Schorer et al. (2017) considered part of this question in a sample of female team handball players. They found that a logistic regression model of motor performance tests predicted a higher percentage (85.2%) of correctly selected female handball talents over ten years than national team coach assessment (79.3%). However, because of the exploratory

nature of their study, they restrained from using inferential statistics and did not test for statistically significant differences between the selection instruments.

Therefore, the current investigation examines whether coach assessments, motor performance tests, or multidimensional data show a higher success rate within talent selection in elite youth football by directly comparing the prognostic validity of these instruments. A second aim was to clarify the evidence underlying the assumption that combinations of the assessment methods may lead to superior predictions, as the use of combinations is either common in the field (coach assessments and motor performance tests; Höner et al., 2017), or provides the most holistic perspective on each player (coach assessments and multidimensional data). The latter seems to be particularly fruitful for predicting later success of sports talents (Reilly, 2006; Zuber et al., 2016).

Methods

Research design and participants

The current research is part of the longitudinal project *Talent Selection and Talent Development in Swiss football*. It incorporates several dimensions to holistically assess talent development (e.g., motor performance, coach assessments, psychological characteristics, familial support, and training history). The project follows a substantial number of players born in 1999 throughout the talent promoting system of the Swiss Football Association. As is common in other federal talent development programs, the promotion system of the Swiss Football Association follows the pyramidal standard model of talent development (Bailey and Collins, 2013). Early selections into talent bases and regional squads take place from U12 age groups (around six percent of registered players; Romann and Fuchslocher, 2013). The elite youth development program (Swiss junior national teams with around one percent of registered players;

Romann and Fuchslocher, 2013) starts at the U15 level. Establishing within the top twelve nations in the FIFA ranking of senior national teams since 2012, the talent promoting system of the Swiss Football Association has to be considered as efficient.

The current research used a sample of 117 players. In the season 2017/2018, 20 of these players (17.1%) participated in the 1st to 3rd league within Switzerland or were nominated for the Swiss U19 junior national team (professional players). The remaining 97 players took part in the 4th league or below and were classified as non-professionals. Five years before (during the season 2012/2013, at U14 age category) all of the players, their parents, and club coaches volunteered to participate in coach assessments and multidimensional measurements (see Table 1). The study received approval from the Ethics Committee of the Faculty of Human Sciences of the University of Bern and all players, parents, and coaches provided their written informed consent to participate.

Measures

Coach assessment. The club coaches of the players carried out a visual scale estimation procedure to rate players' current *in-game performance*. For their rating, the coaches used a visual scale between 0 and 100. With a Kendall's concordance coefficient of $W = 0.89$ the inter-rater reliability for this instrument of coach assessment can be described as satisfactory (Zuber and Conzelmann, 2014). As the players were part of different regional teams, a total number of fifteen club coaches were involved in the rating of players' in-game performance. To deal with this, there was a standardized procedure to introduce the coaches into the test instrument (e.g., fictitious junior national team players should score between 90 and 100, whereas very poor players would score between 0 and 10; Zuber and Conzelmann, 2014).

Table 1. Overview on measured variables and items.

Dimension	Variable	Reference	Reliability
Age, biological maturation	chronological age (years)	Mirwald et al., 2002	$r_{tt} = .96$
	relative age (month)		
	age at peak height velocity (years)		
Anthropometry	height (cm)		$r_{tt} = .99$
	weight (kg)		$r_{tt} = .99$
Coach assessment	in-game performance (points)	Zuber and Conzelmann, 2014	$W = .89$
General motor performance	YoYo (m)	Bangsbo et al., 2008	$r_{tt} = .93$
	counter-movement-jump (cm)	Casartelli et al., 2010	$ICC = .96$
	40 m-sprint (sec)	Zuber et al., 2016	$r_{tt} = .96$
	agility test (sec)	Höner et al., 2015	$r_{tt} = .83$
Technical skills	dribbling (sec)	Höner et al., 2015	$r_{tt} = .56$
	passing (sec)	Zuber et al., 2016	$r_{tt} = .68$
	juggling (points)	Höner et al., 2015; Zuber et al., 2016	$r_{tt} = .79$
Psychological characteristics	achievement motive (net-hope)	Wenhold et al., 2009	$\alpha = .76/.73$
	achievement goal orientations (score)	Elbe, 2004	$\alpha = .80/.72/.81$
	self-determination (index)	Pelletier et al., 1995; Demetriou, 2012	$\alpha = .86$
Familial support	importance of football within family (score)		$r_{tt} = .63$
	parents' priority of sport vs. school (score)		$r_{tt} = .52$
	financial investment (Swiss Francs / year)		$r_{tt} = .78$
	time investment (h / week)		$r_{tt} = .59$
Training history	practice and play up to 12 years of age (h)	Hopwood, 2015	$.59 \leq r_{tt} \leq .97$

For several reasons, we restrained from further standardization within the coach assessment (e.g., a single coach, who should rate all the players). First, the mentioned satisfactory inter-rater reliability of the instrument indicated appropriate objectivity. Second, applied sport science should have ecological validity in mind (Davids, 1988). In terms of talent selection processes for nationwide talent development systems of federations and associations, this may mean that the inclusion of different coaches from different regions is a necessity.

Motor performance tests. During the whole season, players participated twice (autumn 2012 and spring 2013) in a test battery consisting of seven items to determine motor performance. The season performance was calculated using the mean value of both tests. For several reasons (e.g., injury, sickness, and school activities), some players missed one measurement point (29.9%), in which case, the other measurement served as the test score. As no major changes in motor performance within an intra-seasonal period of six months were found in a similar age group (Francioni et al., 2016) and similar procedures are common within long-term development analysis in football (Gonaus and Müller, 2012; Höner et al., 2015), this procedure seemed to be appropriate.

The level 1 Yo-Yo intermittent recovery test (YY) measured the capacity for intermittent endurance performance ($r_{tt} = 0.93$; Bangsbo et al., 2008). The highest value of five attempts in a vertical counter movement jump test (CMJ, without arm swing) was taken by means of an accelerometric system (Myotest, Sitten, Switzerland; $ICC = 0.96$; Casartelli et al., 2010). A 40 m-sprint test (40 m) was executed with a twin photoelectric sensor (Microgate, Bolzano, Italy) at the starting and finishing line ($r_{tt} = 0.96$; Zuber et al., 2016). For the agility test (AG), players took a short sprint, ran around three poles with a change of direction and repeated these actions mirror-inverted before finishing (Höner et al., 2015). As for the sprint test, times were measured using twin photoelectric sensors ($r_{tt} = 0.83$). A dribbling test (DR) was conducted in the same way as the agility test, the only difference being that it was performed with rather than without a ball ($r_{tt} = 0.56$; Höner et al., 2015). The passing test (PA) was an adapted version of that used by Höner et al. (2015). Players passed the ball as quickly as possible in a confined zone and bounced it off four walls in turn, one in each direction. After the fourth pass, the same sequence was repeated in reverse order (reaching a total of nine passes). The time was measured manually with stopwatches ($r_{tt} = 0.68$; Zuber et al., 2016). In the juggling test (JU), players took turns juggling with their left and right foot alternately along a course shaped like the figure 8. For each quarter of a circle they completed, they scored a point. The test was stopped as soon as a mistake was made (e.g., one foot twice in succession, or the ball touching the ground) or at the latest after 45 seconds. The test score was the number of points (Höner et al., 2015), reaching a $r_{tt} = 0.79$ (Zuber et al., 2016).

The whole test battery followed a standardized protocol (warm-up, order of tests, trained team of testers) and was executed exclusively on dry synthetic turf. In the case

of rainy weather conditions, an alternative date was scheduled. For 40 m, AG, DR, PA, and JU, the best of two attempts was used for data analysis. For the all-out YY, only one attempt was possible.

Psychological questionnaires. Consistent with earlier research on psychological assessments in the project Talent Selection and Talent Development in Swiss football (Zuber et al., 2015), the following motivational characteristics were ascertained by means of questionnaires.

Achievement motive was measured using the net hope (hope for success minus fear of failure) by means of the German version of the short scale of the Achievement Motives Scale – Sport (Wenhold et al., 2009). Each scale consists of five items, with a four-point response scale (from 0 = *does not apply to me at all* to 3 = *applies completely to me*). The internal consistencies were acceptable with $\alpha_{\text{Hope for success}} = 0.76$ and $\alpha_{\text{Fear of Failure}} = 0.73$.

Achievement goal orientations were measured using the German version of the Sport Orientation Questionnaire (average score of competition-, win- and goal-orientation; Elbe, 2004). Each scale consists of six items, with a five-point response scale (from 1 = *strongly disagree* to 5 = *strongly agree*). The internal consistencies were acceptable ($\alpha_{\text{competition}} = 0.80$, $\alpha_{\text{win}} = 0.72$, $\alpha_{\text{goal}} = 0.81$).

Self-determination was measured using a German translation of the Sport Motivation Scale (Demetriou, 2012; Pelletier et al., 1995). This contains seven subscales: intrinsic motivation (three subscales: to know, to accomplish, to experience), external, introjected, and identified regulation, as well as amotivation. Each scale consists of four items, with a seven-point response scale (from 1 = *does not correspond at all* to 7 = *corresponds exactly*). The seven subscales were combined to form a self-determination index (Vallerand, 2001). With $\alpha = 0.86$, the internal consistency was considered acceptable.

Environmental questionnaires. Consistent with earlier research on talent development environment in the project Talent Selection and Talent Development in Swiss football (Siegartsleitner et al., 2018; Zibung and Conzelmann, 2014), the following aspects were ascertained by means of questionnaires.

The measurement of familial support tried to cover emotional, financial and organizational aspects. They were measured using the items *importance of football within family* (from 1 = *low importance* to 5 = *high importance*), *parents' priority of sport versus school* (from 1 = *school is more important* to 5 = *football is more important*), *financial investment* (absolute amount of money parents spend for a whole season, e.g. for equipment or practice) and *time investment* (absolute volume of time parents spend in an average week, e.g. for shuttling or cheering). In relation to the psychometric properties of these items, differential stabilities of $0.52 \leq r \leq 0.78$ have been recorded between measurements within two consecutive seasons.

Training history was measured by the volume of organized in-club football practice and the volume of free play within football up to 12 years of age together. Volumes were collected with retrospective questionnaires by means of hours per week in each age group since the

entrance into sports. These values were summed up to a total number of hours up to 12 years of age (Sieghartsleitner et al., 2018). The reliability of such methods has been shown to be acceptable (Helsen et al., 1998; Hopwood, 2015).

Biological maturation. To control for biological maturation, *maturity timing* (Cumming et al., 2017) expressed as *age at peak height velocity* (Mirwald et al., 2002) and *relative age* (RA), in terms of birth months (January = 1, December = 12), were assessed. The psychometric properties of the former procedure have been proven to be acceptable (Müller et al., 2015).

Data analysis

Data analysis calculated five classification models to predict U19 player status (professional or non-professional) by data collected five years before the performance criterion at U14 age category. Table 2 provides an overview on these classification models and the integrated variables. The first model used the in-game performance from coach assessment only (*coaches' eye model*, one variable). The second model was calculated with data from motor performance tests (*motor performance model*, two variables) and used the mean *z*-value of general motor performance items (YY, CMJ, 40 m, AG) and the mean *z*-value of technical skill items (DR, PA, JU). A third model (*multidimensional model*, six variables) used the mean *z*-value of general motor performance items, the mean *z*-value of technical skill items, the mean *z*-value of maturity timing (APHV) and relative age (RA, birth month), the mean *z*-value of all psychological characteristics, the mean *z*-value of all familial support items and the *z*-value of training history. A fourth model combined the in-game performance from coach assessment and data from motor performance tests (*coaches' eye and motor performance model*, three variables), as this combination is common in the field. Finally, the fifth model used all the available information by combining in-game performance from coach assessment and the six *z*-values from the multidimensional model (*holistic model*, seven variables), which reflects a holistic perspective on each player (Reilly, 2006; Zuber et al., 2016).

Each model used binary logistic regression (BLR) from R (R Core Team, 2017) as a robust classifier (Antonogorgos et al., 2009) and receiver operating characteris-

tic (ROC) from the R package pROC (Robin et al., 2011) to determine the discriminative power of the classification. Within this procedure, BLR first calculated the likelihood for each individual to be categorized as professional or non-professional player. The significance of the coefficients which indicate an improvement over a baseline model, and appropriate calibration, which proves if the model fits the data, of BLR models were tested with a likelihood-ratio test (*Omnibus tests of model coefficients*; Zeileis and Hothorn, 2002) and the *Hosmer-Lemeshow test* (Hosmer et al., 2013). The alpha level for significance was set at $p < 0.05$ for both tests. According to the correspondent null hypothesis, significance of coefficients was indicated by $p < 0.05$ and appropriate calibration by means of $p > 0.05$. After indicating appropriate calibration, the likelihood from BLR was used to create the ROC. The area under the curve (AUC), an index for measuring the quality of classification, and its standard error were used to compare the ROC models against each other by DeLong's non-parametric test (DeLong et al., 1988; Robin et al., 2011). Again, the alpha level for significance was initially set to $p < 0.05$. Due to the multiple comparisons between the five classification models a *false discovery rate* was used to adjust the *p*-value appropriately (Benjamini and Hochberg, 1995).

In addition to the ability to determine classification quality and the immediate statistical comparability of the models, ROC enhances the statistics from BLR by the descriptive reference to changes of *sensitivity*, *specificity* and *accuracy*, with changes in the discrimination threshold (Robin et al., 2011). These values are better known as proportion of correctly selected *talents* (sensitivity), correctly de-selected *non-talents* (specificity) and correct percentage of all selection decisions (accuracy). Compared to the setting of a fixed discrimination threshold in BLR, ROC creates the possibility to ensure one of the most powerful discrimination thresholds, known as *Youden index* (Youden, 1950). This index maximizes the sum of sensitivity and specificity, and provides an additional benefit over BLR. In the case where a talent development system values correctly selected *talents* and correctly de-selected *non-talents* as equal, YI may represent the most efficient talent selection threshold for the system.

Table 2. Overview on the five calculated classification models and included variables.

Classification model	Number of variables	Variables
1 Coaches' eye model	1	z-value of in-game performance from coach assessment
2 Motor performance model	2	mean z-value of general motor performance items mean z-value of technical skill items
3 Multidimensional model	6	mean z-value of general motor performance items mean z-value of technical skill items mean z-value of maturity timing and relative age mean z-value of all three psychological characteristics mean z-value of all familial support items z-value of the training history
4 Coaches' eye and motor performance model	3	combination of models 1 and 2
5 Holistic model	7	combination of models 1 and 3

Table 3. Means (\pm standard deviation) for professional and non-professional players for measured variables and items.

Dimension and variable	Professional players (<i>n</i> = 20)		Non-professional players (<i>n</i> = 97)		Total (<i>n</i> = 117)	
Age, biological maturation						
chronological age (years)	13.53	(0.38)	13.54	(0.30)	13.54	(0.31)
relative age (month)	4.80	(3.89)	5.07	(3.39)	5.03	(3.47)
age at peak height velocity (years)	13.81	(0.54)	14.05	(0.60)	14.01	(0.95)
Anthropometry						
height (cm)	161.1	(7.1)	160.0	(8.4)	160.2	(8.1)
weight (kg)	48.3	(6.0)	47.5	(8.0)	47.6	(7.7)
Coach assessment						
in-game performance (points)	79	(12)	60	(16)	63	(17)
General motor performance						
YoYo (m)	1032	(406)	1101	(352)	1089	(361)
counter-movement-jump (cm)	29.0	(2.8)	31.0	(3.8)	30.6	(3.7)
40 m-sprint (sec)	6.41	(0.34)	6.44	(0.33)	6.43	(0.33)
agility (sec)	8.12	(0.25)	8.10	(0.29)	8.11	(0.28)
Technical skills						
dribbling (sec)	10.12	(0.39)	10.35	(0.59)	10.31	(0.57)
passing (sec)	16.2	(1.6)	16.8	(1.6)	16.7	(1.6)
juggling (points)	9.5	(6.1)	6.2	(5.2)	6.7	(5.5)
Psychological characteristics						
achievement motive (net-hope)	1.91	(0.88)	1.79	(0.88)	1.81	(0.87)
achievement goal orientations (score)	4.70	(0.23)	4.49	(0.39)	4.53	(0.38)
self-determination (index)	10.25	(2.36)	8.91	(2.85)	9.14	(2.81)
Familial support						
importance of football within family (score)	4.70	(0.47)	4.34	(0.68)	4.40	(0.66)
parents' priority of sport vs. school (score)	3.45	(1.15)	2.67	(0.97)	2.80	(1.04)
financial investment (Swiss Francs / year)	2625	(2218)	1723	(1940)	1877	(2009)
time investment (h / week)	12.3	(7.0)	9.1	(8.7)	9.7	(8.4)
Training history						
practice and play up to 12 years of age (h)	3311	(1039)	3160	(1017)	3187	(1017)

Results

Table 3 provides an overview of the descriptive characteristics of the measured variables and items for professional and non-professional players. According to the results of the BLR analysis (see Table 4), all five models were significant ($p < 0.01$), appropriately calibrated ($0.50 < p < 0.95$) and showed model fits from 0.14 to 0.55

(Nagelkerkes R^2). Table 5 presents the descriptive values from the ROC. The AUC [95% CI] indicates values from 0.71 [0.58; 0.84] to 0.93 [0.87; 0.98]. Sensitivities of the classification models indicate values between 70% and 95%, which means that these models were able to identify 14 to 19 of the 20 professional players correctly. Values for specificity ranged from 66% to 88%, whereby the classification models identified 64 to 85 of the 97 non-professional players correctly.

Table 4. Significance, calibration, and model fit values from the five binary logistic regression classification models.

Classification model	Omnibus tests of model coefficients			Hosmer-Lemeshow test			Model fit
	χ^2	<i>df</i>	<i>p</i>	χ^2	<i>df</i>	<i>p</i>	Nagelkerkes R^2
Coaches' eye model	23.63	1	<.01	3.42	7	.84	.31
Motor performance model	10.19	2	<.01	2.81	8	.95	.14
Multidimensional model	25.47	6	<.01	5.09	8	.75	.33
Coaches' eye and motor performance model	37.02	3	<.01	7.34	8	.50	.45
Holistic model	47.46	7	<.01	5.00	8	.76	.55

Table 5. Descriptive values of the receiver operating characteristic curves for the five classification models.

Classification model	AUC* [95% CI]	Sensitivity [95% CI]	Specificity [95% CI]	Accuracy [95% CI]	YI†
Coaches' eye model	.82 [.74; .90]	.95 [.75; 1.00]	.66 [.47; .81]	.71 [.56; .82]	.61
Motor performance model	.71 [.58; .84]	.70 [.35; .95]	.73 [.40; .96]	.73 [.53; .89]	.43
Multidimensional model	.85 [.76; .94]	.85 [.60; 1.00]	.82 [.57; .98]	.82 [.63; .93]	.67
Coaches' eye and motor performance model	.88 [.81; .95]	.95 [.70; 1.00]	.71 [.56; .96]	.75 [.63; .93]	.66
Holistic model	.93 [.87; .98]	.90 [.75; 1.00]	.87 [.70; .99]	.88 [.72; .96]	.77

*Area under the curve, †Youden Index

Table 6. Comparison with DeLong's nonparametric test (DeLong et al., 1988) between the AUC of the classification models.

Models for AUC comparison [‡]			AUC [95% CI]	AUC [95% CI]	Z	p
Coaches' eye model	vs.	motor performance model	.82 [.74; .90]	.71 [.58; .84]	1.50	.13
Coaches' eye model	vs.	multidimensional model	.82 [.74; .90]	.85 [.76; .94]	-0.60	.55
Motor performance model	vs.	multidimensional model	.71 [.58; .84]	.85 [.76; .94]	-2.40	.02 [§]
Coaches' eye model	vs.	coaches' eye and motor performance model	.82 [.74; .90]	.88 [.81; .95]	-1.86	.06
Motor performance model	vs.	coaches' eye and motor performance model	.71 [.58; .84]	.88 [.81; .95]	-3.23	< .01 [§]
Coaches' eye model	vs.	holistic model	.82 [.74; .90]	.93 [.87; .98]	-2.97	< .01 [§]
Multidimensional model	vs.	holistic model	.85 [.76; .94]	.93 [.87; .98]	-2.35	.02 [§]
Coaches' eye and motor performance model	vs.	holistic model	.88 [.81; .95]	.93 [.87; .98]	-1.69	.09

[‡] Due to missing practical or theoretical relevance, two comparisons (motor performance vs. holistic, multidimensional vs. holistic) have been omitted for economic reasons. [§] Significant difference between the classification models ($p < .05$; false discovery rate adjusted p -threshold: .031; Benjamini and Hochberg, 1995).

Table 7. Coefficients of the holistic binary logistic regression model.

Variable #	β	SE	Wald	df	p	Odds Ratio [95% CI]
In-game performance	2.53	0.73	11.86	1	< .01	12.53 [2.97; 52.83]
General motor performance	-2.20	0.71	9.66	1	< .01	0.11 [0.03; 0.44]
Familial support	1.65	0.58	8.21	1	< .01	5.20 [1.68; 16.07]
Technical skills	0.35	0.56	0.38	1	.54	1.41 [0.47; 4.24]
Psychological characteristics	-0.15	0.58	0.06	1	.80	0.86 [0.28; 2.71]
Training history	0.08	0.35	0.05	1	.83	1.08 [0.55; 2.12]
Maturation	-0.05	0.57	0.01	1	.93	0.95 [0.31; 2.92]
Constant	-3.31	0.71	21.63	1		0.04

Variables ranked by absolute value of beta coefficients.

Sensitivity and specificity together lead to a YI of 0.61 or 71% overall correct talent selection decisions in the coaches' eye model. In other words, from a sample of 117 elite youth football players at the U14 age group, this model would bet on 52 players to become professional (19 valid predictions, one professional missed). In the motor performance model, the resulting accuracy was 73% correct predictions (YI = 0.43), which means a more restrictive bet on 40 players with only 14 valid predictions (six professionals missed). The multidimensional model indicated an accuracy of 82% (YI = 0.67) and therefore a bet on 34 players with 17 valid predictions (three professionals missed). The combined coaches' eye and motor performance model predicted 75% players correct (YI = 0.69), which means a less restrictive bet on 47 players with 19 professionals (one professional missed). Finally, the holistic model had an accuracy of 88% (YI = 0.77) and made the most valid selection decisions. In terms of betting on players who reach professional status, this model would select only 30 players with 18 valid predictions (two professionals missed).

Table 6 displays the results of the nonparametric approach for comparing AUCs. The first three lines refer to the pairwise comparisons between the three methodological approaches for talent selection. Next, the common combination of coach assessments and motor performance tests was compared against the single use of coaches' eye or motor performance tests alone. The final three comparisons target the value of the holistic model, which was examined in contrast to the coaches' eye, the multidimensional data and the combined model of coaches' eye and motor performance tests.

To determine the value of the single dimensions in the classification models, Table 7 shows the BLR regression coefficients for the holistic model, which contains all

seven used variables. The in-game performance has by far the highest positive impact with an Odds Ratio (OR) of 12.53 ($p < 0.01$), whilst general motor performance has a negative relationship with professional player status ($OR = 0.11$, $p < 0.01$). Further significant impact on the regression model was found for familial support ($OR = 5.20$, $p < 0.01$). Technical skills ($p = 0.54$), psychological characteristics ($p = 0.80$), training history ($p = 0.83$) and maturation ($p = 0.93$) did not significantly influence the regression model. As in-game performance is dominant in this model, the BLR regression coefficients for the multidimensional model are presented in Table 8, which gives further insight into the value of different measured variables. Familial support ($OR = 4.24$, $p < 0.01$) and technical skills ($OR = 3.00$, $p = 0.02$) showed a significantly positive impact on getting a professional player, whilst general motor performance was again negatively associated ($OR = 0.37$, $p = 0.04$). Psychological characteristics ($p = 0.27$), maturation ($p = 0.32$), and training history ($p = 0.82$) did not significantly influence the multidimensional model.

Discussion

These current findings showed that each of the five classification models for talent selection in elite youth football contributed significantly to the prediction of U19 player status (professional vs. non-professional) through the use of U14 data. Even the lowest YI from the motor performance model (0.43) reached 73% correct selection decisions. This indicates that all investigated methodological approaches for talent selection (coach assessment, motor performance tests, and multidimensional data), and specific combinations of them, are powerful tools. Therefore, it is reasonable that they are commonly used and recommended for use as well (Christensen, 2009; Höner et al., 2017; Williams and Reilly, 2000).

Table 8. Coefficients of the multidimensional binary logistic regression model.

Variable ¶	β	SE	Wald	df	p	Odds Ratio [95% CI]
Familial support	1.45	0.49	8.75	1	< .01	4.24 [1.63; 11.05]
Technical skills	1.10	0.47	5.54	1	.02	3.00 [1.20; 7.48]
General motor performance	-0.99	0.48	4.22	1	.04	0.37 [0.15; 0.96]
Psychological characteristics	0.54	0.49	1.20	1	.27	1.71 [0.66; 4.43]
Maturation	0.48	0.48	0.99	1	.32	1.61 [0.63; 4.14]
Training history	0.07	0.29	0.05	1	.82	1.07 [0.60; 1.90]
Constant	-2.21	0.38	33.33	1		0.11

¶Variables ranked by absolute value of beta coefficients.

Comparison of the methodological approaches

According to the comparison of prognostic validity of the methodological approaches, the coach assessment did not differ from the motor performance tests or multidimensional data, while the prediction from the motor performance test data was enhanced by multidimensional measurements. Therefore, if a talent development system relies on measured data for talent selection only, multidimensional data is preferable. This is in line with previous scientific suggestions (Abbott et al., 2005; Vaeyens et al., 2008).

Regarding the potential benefits of instrument combinations, the prognostic validity of coaches' eye is not enhanced by motor performance tests, but motor performance tests benefit from the addition of coach assessments in the combined coaches' eye and motor performance model. Further, the combination of coach assessment and multidimensional data into a holistic model is superior over each single part, but does not differ from the combination of coaches' eye and motor performance tests. This provides strong evidence for the general use of either coach assessments and measured data together for talent selection in elite youth football. For measured data, there is only a tendency for the necessity of multidimensional data in the case of a combination with coach assessment, as the holistic model is not significantly better than the combined coaches' eye and motor performance model. All things considered, the idea of a holistic judgement for talent selection seems to be fruitful (Reilly, 2006; Zuber et al., 2016). However, if certain reasons prohibit multidimensional data measurement (e.g. economic reasons), a single addition of motor performance test data on a coach assessment may lead to comparable results.

Coach assessment

In general, the rating of a players' in-game performance by coach assessment is a strong predictor of later success in football in terms of the comparison between different selection models (i.e., only the holistic model significantly outperformed the coaches' eye model). Further, the *OR* within regression coefficients of the holistic model emphasize this: getting one standard deviation better rated from the coach improves the chance to become a professional player by an *OR* of 12.53 [2.97; 52.83]. This high impact of the single variable *in-game performance* is consistent with the common use of coach assessments in the field (Christensen, 2009) and its increasing positive favor within the scientific community (Fenner et al., 2016; Jokuschies et al., 2017; Romann et al., 2017). One reason for the high

prognostic validity of coach assessments may be their holistic nature (Bueckers et al., 2015). Within the current investigation, this may also have had consequences for the in-game performance variable. As club coaches, who have extensive knowledge about each player (e.g., about familial support and training history), did the rating, in-game performance may not only consist of an integration of game-based aspects (e.g., technical and tactical skills, general motor performance), but may be further influenced by knowledge from different dimensions. This seems to be a relevant limitation to the current investigation in terms of comparability to a *short-term* coach assessment (i.e., when a coach and player do not know each other). A further limitation to the current results may be a certain dependency between coach assessments and the performance criterion (professional vs. non-professional). As argued before, the use of coach assessments is very common in the field (Christensen, 2009), whereby getting a professional player depends on getting selected to a professional team by means of coach assessment most of the time.

Motor performance tests and multidimensional data

Having the lowest prognostic validity compared to the other methodological approaches in the current investigation, there are two noticeable aspects of motor performance tests. First, general motor performance is negatively associated with becoming a professional player. Although Leyhr et al. (2018) reported non-significant relationships between U12 to U15 sprint performance and adult performance levels, this is still unexpected (Gonaus and Müller, 2012; Murr et al., 2018). However, confounding influences from maturation (Malina et al., 2017), the homogeneity of the sample and the long-term prediction from U14 to U19 may explain it to a certain degree. Further, the assumed predictive value of technical skills for talent selection in elite youth football (Höner and Votteler, 2016; Sarmiento et al., 2018) is underlined by its high positive impact in the multidimensional model rather than the holistic one. Therefore, within the holistic model, the dominant in-game performance from coach assessment may explain a certain variance of technical skills, whilst the latter reach a significant and relevant *OR* of 3.00 [1.20; 7.48] in the multidimensional model with measured data only. As coaches rate technical skills as very important at this age (Larkin and O'Connor, 2017), this is quite reasonable.

Although the multidimensional model is outperformed by the holistic one, the former confirms its positive endorsement in the scientific community (Williams and Reilly, 2000) by demonstrating superiority over the motor

performance model. This superiority is primarily based on the contribution of familial support, which shows a meaningful *OR* of 4.24 [1.63; 11.05] and underpins the so far underestimated usefulness of this area for talent selection (Zibung and Conzelmann, 2014). Although psychological characteristics and training history have shown prognostic validity within different investigations from the current project (Sieghartsleitner et al., 2018; Zuber et al., 2015) and maturation has shown certain relationships with success on the adult level (Ostojic et al., 2014), their current contribution to the predictive value of the multidimensional model was non-significant.

A general limitation to the study affects results regarding motor performance tests as well as multidimensional data: the used statistical methods. As discussed earlier, integrating several variables into and determining the load of certain variables within overall assessments is critical (Bergman and Trost, 2006; Till et al., 2016; Till et al., 2018). The main question is how to put multiple variables or items into an overall motor performance or multidimensional model. As the aim of the current study was to get immediate comparisons of the different talent selection approaches, we built models by means of a curve linear model (BLR) and mean *z*-values representing the most independent variables. Thus, assumed interaction and compensation phenomena between several variables or items within the holistic nature of a developing sports talent cannot be reproduced appropriately (Meylan et al., 2010). Moving beyond such methods from the general linear model and stepping into non-linear methods (e.g., person-oriented methods; Bergman et al., 2003) would enable such interactions and compensations (Conzelmann et al., 2018). Further, these person-oriented methods would fit into a sound theoretical background for talent development issues from developmental sciences (i.e., young talents are developing humans) and their dynamic interactionist approaches (Zuber et al., 2016). However, non-linear and person-oriented analysis do not enable any possibility of immediate comparison between different talent selection approaches, whereby the use of the current methodology was a corollary from earlier thoughts on the research question. Hence, we have to take into account that the integration of several items into mean *z*-values impedes further insight and that the value of motor performance tests and multidimensional data may be underestimated – cf. relevant prognostic validity of psychological characteristics and training history within earlier research of the current project (Sieghartsleitner et al., 2018; Zuber et al., 2015). Due to its holistic nature (Buekers et al., 2015) and expression in a single item in the current investigation, in-game performance from coach assessment was not affected by this methodological problem, which may explain its high prognostic validity and that of combined models with coach assessment and measured data.

Conclusion

This study examined the prognostic validity of different methodological approaches for talent selection. Overall, there seems to be a beneficial collaboration of coach assessments and measured data for talent selection in elite

youth football, as this may buffer their associated mutual strengths and weaknesses. At best, measured data within this combined strategy is multidimensional rather than based on motor performance only, which provided the highest prognostic validity by means of a *holistic model*.

These results indicate that the frequently recommended multidimensional approaches (Williams and Reilly, 2000) show superiority over less complex selection strategies. However, this proven benefit of multidimensionality requires further research optimizing the value of these approaches for talent selection in the field. There is still need for further understanding on the relevance of certain dimensions and items within multidimensional data, although several investigations have been completed (Figueiredo et al., 2009; Forsman et al., 2016; Huijgen et al., 2014; Woods et al., 2016; Zibung et al., 2016). Even more important but barely researched is the area of methodological aspects for maximizing the use of multidimensional information in talent selection (Conzelmann et al., 2018; Till et al., 2016). For several reasons, the applied statistical analysis, which was necessary to enable immediate comparisons between different methodological approaches for talent selection, may not be appropriate to analyze multidimensional data. A summation of items as well as the use of curve-linear models inhibit possible interaction and compensation phenomena between certain dimensions (Meylan et al., 2010) and imply the same statistical model being valid for each individual within the sample (Bergman et al., 2003). Some investigations with non-linear (Pfeiffer and Hohmann, 2012; Pion et al., 2017) and person-oriented approaches (Sieghartsleitner et al., 2018; Zibung et al., 2016; Zibung and Conzelmann, 2014; Zuber et al., 2015; Zuber et al., 2016) have tried to resolve these limitations. Nevertheless, there is the need to further implement and develop these methods to get a broader understanding of their possible value in talent selection. Therefore, we hope that the current advocacy for multidimensional approaches may encourage further sport scientists to move beyond linear statistics and utilize the assumed power of multidimensional data to improve the quality of talent selections within talent development systems of clubs and associations.

Acknowledgements

We would like to thank the Swiss Football Association for supporting and funding this research project. The experiments comply with the current laws of the country in which they were performed. The authors have no conflicts of interests to declare.

References

- Abbott, A., Button, C., Pepping, G.-J. and Collins, D. (2005) Unnatural selection: talent identification and development in sport. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences* **9**(1), 61-88.
- Antonogeorgos, G., Panagiotakos, D.B., Priftis, K.N. and Tzonou, A. (2009) Logistic Regression and Linear Discriminant Analyses in Evaluating Factors Associated with Asthma Prevalence among 10- to 12-Years-Old Children: Divergence and Similarity of the Two Statistical Methods. *International Journal of Pediatrics* **2009**:952042.
- Bailey, R. and Collins, D. (2013). The standard model of talent development and its discontents. *Kinesiology Review* **2**, 248-259.
- Bangsbo, J., Iaia, F.M. and Krstrup, P. (2008) The Yo-Yo intermittent recovery test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine* **38**(1), 37-51.

- Benjamini, Y. and Hochberg, Y. (1995) Controlling the False Discovery Rate: A Practical and Powerful Approach to Multiple Testing. *Journal of the Royal Statistical Society* **57**(1), 289–300.
- Bergman, L., Magnusson, D. and El-Khoury, B.M. (2003) *Studying individual development in an interindividual context: A person-oriented approach*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Bergman, L. and Trost, K. (2006) The Person-Oriented Versus the Variable-Oriented Approach: Are They Complementary, Opposites, or Exploring Different Worlds? *Merrill-Palmer Quarterly* **52**(3), 601–632.
- Buekers, M., Borry, P. and Rowe, P. (2015) Talent in sports. Some reflections about the search for future champions. *Movement & Sport Sciences* **88**, 3–12.
- Casartelli, N., Muller, R. and Maffioletti, N.A. (2010) Validity and reliability of the Myotest accelerometric system for the assessment of vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research* **24**(11), 3186–3193.
- Christensen, M.K. (2009) “An eye for talent”: Talent identification and the “practical sense” of top-level soccer coaches. *Sociology of Sport Journal* **26**(3), 365–382.
- Conzelmann, A., Zibung, M. and Zuber, C. (2018) Talent identification and talent development in sports. In: *Talent management*. Ed: Ritz, A. and Thom, N. Wiesbaden: Springer Fachmedien. 87–106. (In German).
- Côté, J. (1999) The influence of the family in the development of talent in sport. *The Sport Psychologist* **13**(4), 395–417.
- Côté, J. and Hancock, D.J. (2015) Evidence-based policies for youth sport programmes. *International Journal of Sport Policy and Politics* **8**(1), 51–65.
- Cripps, A., Hopper, L. and Joyce, C. (2016) Coaches’ perceptions of long-term potential are biased by maturational variation. *International Journal of Sports Science & Coaching* **11**(4), 478–481.
- Cumming, S.P., Lloyd, R.S., Oliver, J.L., Eisenmann, J.C. and Malina, R.M. (2017) Bio-banding in Sport: Applications to Competition, Talent Identification, and Strength and Conditioning of Youth Athletes. *Strength and Conditioning Journal* **39**(2), 34–47.
- Davids, K. (1988) Ecological Validity in Understanding Sport Performance: Some Problems of Definition. *Quest* **40**(2), 126–136.
- DeLong, E.R., DeLong, D.M. and Clarke-Pearson, D.L. (1988) Comparing the Areas under Two or More Correlated Receiver Operating Characteristic Curves: A Nonparametric Approach. *Biometrics* **44**(3), 837–845.
- Demetriou, Y. (2012) *Health promotion in physical education: Development and evaluation of the eight week PE programme “healthypep” for sixth grade students in Germany*. Forum Sportwissenschaft (Vol. 25). Hamburg: Czwalina.
- Dodd, K.D. and Newans, T.J. (2018) Talent identification for soccer: Physiological aspects. *Journal of Science and Medicine in Sport* **21**(10), 1073–1078.
- Elbe, A.-M. (2004) Psychometric properties of the German version of the Sport Orientation Questionnaire. *Spectrum der Sportwissenschaft* **16**(1), 96–107. (In German: English abstract).
- Fenner, J.S.J., Iga, J. and Unnithan, V. (2016) The evaluation of small-sided games as a talent identification tool in highly trained prepubertal soccer players. *Journal of Sports Sciences* **34**(20), 1983–1990.
- Figueiredo, A.J., Gonçalves, C.E., Coelho-e-Silva, M.J. and Malina, R.M. (2009) Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. *Journal of Sports Sciences* **27**(9), 883–891.
- Figueiredo, A.J., Gonçalves, C.E. and Tessitore, A. (2014) Bridging the gap between empirical results, actual strategies, and developmental programs in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance* **9**(3), 540–543.
- Ford, P.R. and Williams, A.M. (2017) Sport Activity in childhood: Early specialization and diversification. In: *Routledge Handbook of Talent Identification and Development in Sport*. Ed: Baker, J. et al. Florence, GB: Routledge. 117–132.
- Forsman, H., Blomqvist, M., Davids, K., Liukkonen, J. and Kontinen, N. (2016) Identifying technical, physiological, tactical and psychological characteristics that contribute to career progression in soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching* **11**(4), 505–513.
- Francioni, F.M., Figueiredo, A.J., Terribili, M. and Tessitore, A. (2016) Analysis of the intraseasonal stability of field test performances in young academy soccer players. *Journal of Sports Sciences* **34**(10), 966–972.
- Gledhill, A., Harwood, C. and Forsdyke, D. (2017) Psychosocial factors associated with talent development in football: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise* **31**, 93–112.
- Gonaus, C. and Müller, E. (2012) Using physiological data to predict future career progression in 14- to 17-year-old Austrian soccer academy players. *Journal of Sports Sciences* **30**(15), 1673–1682.
- Güllich, A., Kovar, P., Zart, S. and Reimann, A. (2017) Sport activities differentiating match-play improvement in elite youth footballers - a 2-year longitudinal study. *Journal of Sports Sciences* **35**(3), 207–215.
- Haugaasen, M. and Jordet, G. (2012) Developing football expertise: A football-specific research review. *International Review of Sport and Exercise Psychology* **5**(2), 177–201.
- Helsen, W., Starkes, J.L. and Hodges, N.J. (1998) Team sports and the theory of deliberate practice. *Journal of Sport and Exercise Psychology* **20**, 12–34.
- Höner, O., Leyhr, D. and Kelava, A. (2017) The influence of speed abilities and technical skills in early adolescence on adult success in soccer: A long-term prospective analysis using ANOVA and SEM approaches. *PloS One* **12**(8):e0182211.
- Höner, O. and Votteler, A. (2016) Prognostic relevance of motor talent predictors in early adolescence: A group- and individual-based evaluation considering different levels of achievement in youth football. *Journal of Sports Sciences* **34**(24), 2269–2278.
- Höner, O., Votteler, A., Schmid, M., Schultz, F. and Roth, K. (2015) Psychometric properties of the motor diagnostics in the German football talent identification and development programme. *Journal of Sports Sciences* **33**(2), 145–159.
- Hopwood, M.J. (2015) Issues in the collection of athlete training histories. In: *Routledge Handbook of Sport Expertise*. Ed: Baker, J. and Farrow, D. Florence, GB: Routledge. 156–165.
- Hornig, M., Aust, F. and Güllich, A. (2016) Practice and play in the development of German top-level professional football players. *European Journal of Sport Science* **16**(1), 96–105.
- Hosmer, D.W., Lemeshow, S. and Sturdivant, R.X. (2013) *Applied logistic regression*. New York: John Wiley.
- Huijgen, B.C.H., Elferink-Gemser, M.T., Lemmink, K.A. and Visscher, C. (2014) Multidimensional performance characteristics in selected and deselected talented soccer players. *European Journal of Sport Science* **14**(1), 2–10.
- Johansson, A. and Fahlén, J. (2017) Simply the best, better than all the rest?: Validity issues in selections in elite sport. *International Journal of Sports Science & Coaching* **12**(4), 470–480.
- Johnson, A., Farooq, A. and Whiteley, R. (2017) Skeletal maturation status is more strongly associated with academy selection than birth quarter. *Science and Medicine in Football* **1**(2), 157–163.
- Jokuschies, N., Gut, V. and Conzelmann, A. (2017) Systematizing coaches’ ‘eye for talent’: Player assessments based on expert coaches’ subjective talent criteria in top-level youth soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching* **12**(5), 565–576.
- Knight, C.J., Berrow, S.R. and Harwood, C.G. (2017) Parenting in sport. *Current Opinion in Psychology* **16**, 93–97.
- Larkin, P. and O’Connor, D. (2017) Talent identification and recruitment in youth soccer: Recruiter’s perceptions of the key attributes for player recruitment. *PloS One* **12**(4):e0175716.
- Larkin, P. and Reeves, M.J. (2018) Junior-elite football: time to re-position talent identification? *Soccer & Society* **20**(3), 1–10.
- Le Gall, F., Carling, C., Williams, A.M. and Reilly, T. (2010) Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *Journal of Science and Medicine in Sport* **13**(1), 90–95.
- Leyhr, D., Kelava, A., Raabe, J. and Höner, O. (2018) Longitudinal motor performance development in early adolescence and its relationship to adult success: An 8-year prospective study of highly talented soccer players. *PloS One* **13**(5):e0196324.
- Lidor, R., Côté, J. and Hackfort, D. (2009) ISSP position stand: To test or not to test? The use of physical skill tests in talent detection and in early phases of sport development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology* **7**, 131–146.
- Lund, S. and Söderström, T. (2017) To See or Not to See: Talent Identification in the Swedish Football Association. *Sociology of Sport Journal* **34**(3), 248–258.
- Malina, R.M., Cumming, S.P., Coelho-e-Silva, M.J. and Figueiredo, A.J.

- (2017) Talent Identification and Development in the Context of “Growing up”. In: *Routledge Handbook of Talent Identification and Development in Sport*. Ed: Baker, J. et al. Florence, GB: Routledge. 150-168.
- Meylan, C., Cronin, J.B., Oliver, J. and Hughes, M. (2010) Talent identification in soccer: The role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching* **5**(4), 571-592.
- Mirwald, R.L., Baxter-Jones, A., Bailey, D.A. and Beunen, G.P. (2002) An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **34**(4), 689-694.
- Müller, L., Gonaus, C., Perner, C., Müller, E. and Raschner, C. (2017) Maturity status influences the relative age effect in national top level youth alpine ski racing and soccer. *PloS One* **12**(7):e0181810(7).
- Müller, L., Müller, E., Hildebrandt, C., Kapelari, K. and Raschner, C. (2015) The Assessment of Biological Maturation for Talent Selection – Which Method can be used? *Sportverletzung Sportschaden* **29**(1), 56-63. (In German: English abstract).
- Murr, D., Raabe, J. and Höner, O. (2018) The prognostic value of physiological and physical characteristics in youth soccer: A systematic review. *European Journal of Sport Science* **18**(1), 62-74.
- Ostojic, S.M., Castagna, C., Calleja-González, J., Jukic, I., Idrizovic, K. and Stojanovic, M. (2014) The biological age of 14-year-old boys and success in adult soccer: do early maturers predominate in the top-level game? *Research in Sports Medicine* **22**(4), 398-407.
- Pelletier, L.G., Tuson, K.M., Fortier, M.S., Vallerand, R.J., Briere, N.M. and Blais, M.R. (1995) Toward a new measure of intrinsic motivation, extrinsic motivation, and amotivation in sports: The Sport Motivation Scale (SMS). *Journal of Sport and Exercise Psychology* **17**(1), 35-53.
- Pfeiffer, M. and Hohmann, A. (2012) Applications of neural networks in training science. *Human Movement Science* **31**(2), 344-359.
- Pion, J., Hohmann, A., Liu, T., Lenoir, M. and Segers, V. (2017) Predictive models reduce talent development costs in female gymnastics. *Journal of Sports Sciences* **35**(8), 806-811.
- R Core Team (2017) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from URL: <https://www.R-project.org>.
- Reilly, T. (2006) Assessments of young soccer players: A holistic approach. *Perceptual and Motor Skills* **103**, 229-230.
- Relvas, H., Littlewood, M., Nesti, M., Gilbourne, D. and Richardson, D. (2010) Organizational Structures and Working Practices in Elite European Professional Football Clubs: Understanding the Relationship between Youth and Professional Domains. *European Sport Management Quarterly* **10**(2), 165-187.
- Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J.-C. and Müller, M. (2011) pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. *BMC bioinformatics* **12**:77.
- Romann, M. and Fuchslocher, J. (2013) Relative age effects in Swiss junior soccer and their relationship with playing position. *European Journal of Sport Science* **13**(4), 356-363.
- Romann, M., Javet, M. and Fuchslocher, J. (2017) Coaches' eye as a valid method to assess biological maturation in youth elite soccer. *Talent Development and Excellence* **9**(1), 3-13.
- Romann, M., Rössler, R., Javet, M. and Faude, O. (2018) Relative age effects in Swiss talent development - a nationwide analysis of all sports. *Journal of Sports Sciences* **36**(17), 2025-2031.
- Sarmento, H., Anguera, M.T., Pereira, A. and Araújo, D. (2018) Talent Identification and Development in Male Football: A Systematic Review. *Sports Medicine* **48**(4), 907-931.
- Schorer, J., Rienhoff, R., Fischer, L. and Baker, J. (2017) Long-Term Prognostic Validity of Talent Selections: Comparing National and Regional Coaches, Laypersons and Novices. *Frontiers in Psychology* **8**:1146.
- Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M. and Conzelmann, A. (2018) “The early specialised bird catches the worm!” - A Specialised Sampling Model in the development of football talents. *Frontiers in Psychology* **9**:188.
- Suppiah, H.T., Low, C.Y. and Chia, M. (2015) Detecting and developing youth athlete potential: different strokes for different folks are warranted. *British Journal of Sports Medicine* **49**(13), 878-882.
- Till, K., Jones, B.L., Cobley, S., Morley, D., O'Hara, J., Chapman, C., Cooke, C. and Beggs, C.B. (2016) Identifying Talent in Youth Sport: A Novel Methodology Using Higher-Dimensional Analysis. *PloS One* **11**(5):e0155047.
- Till, K., Morris, R., Emmonds, S., Jones, B. and Cobley, S. (2018) Enhancing the Evaluation and Interpretation of Fitness Testing data within Youth Athletes. *Strength and Conditioning Journal* (serial online). Available from URL: 10.1519/SSC.0000000000000414.
- Tromp, Y.E.J., Pepping, G.-J., Lyons, J., Elferink-Gemser, M.T. and Visscher, C. (2013) “Let's Pick Him!": Ratings of Skill Level on the Basis of In-Game Playing Behaviour in Bantam League Junior Ice Hockey. *International Journal of Sports Science & Coaching* **8**(4), 641-660.
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, A.M. and Philippaerts, R.M. (2008) Talent identification and development programmes in sport: Current models and future directions. *Sports Medicine* **38**(9), 703-714.
- Vallerand, R.J. (2001) A hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation in sport and exercise. In: *Advances in motivation in sport and exercise*. Ed: Roberts, G.C. Champaign, IL: Human Kinetics. 263-319.
- Wenhold, F., Elbe, A.-M. and Beckmann, J. (2009) *Achievement Motives Scale – Sport (AMS-Sport). Questionnaire on the achievement motive in sports: Manual*. Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft. (In German).
- Williams, A.M. and Reilly, T. (2000) Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences* **18**(9), 657-667.
- Woods, C.T., Raynor, A.J., Bruce, L., McDonald, Z. and Robertson, S. (2016) The application of a multi-dimensional assessment approach to talent identification in Australian football. *Journal of Sports Sciences* **34**(14), 1340-1345.
- Youden, W.J. (1950) Index for rating diagnostic tests. *Cancer* **3**, 32-35.
- Zeileis, A. and Hothorn, T. (2002) Diagnostic Checking in Regression Relationships. *R News* **2**(3), 7-10.
- Zibung, M. and Conzelmann, A. (2014) National youth team football players between the conflicting priorities of sports success and vocational training. *European Journal for Sport and Society* **11**(2), 127-150.
- Zibung, M., Zuber, C. and Conzelmann, A. (2016) The Motor Subsystem as a Predictor of Success in Young Football Talents: A Person-Oriented Study. *PloS One* **11**(8):e0161049.
- Zuber, C. and Conzelmann, A. (2014) The impact of the achievement motive on athletic performance in adolescent football players. *European Journal of Sport Science* **14**(5), 475-483.
- Zuber, C., Zibung, M. and Conzelmann, A. (2016) Holistic patterns as an instrument for predicting the performance of promising young soccer players – a 3-year longitudinal study. *Frontiers in Psychology* **7**:1088.
- Zuber, C., Zibung, M. and Conzelmann, A. (2015) Motivational patterns as an instrument for predicting success in promising young football players. *Journal of Sports Sciences* **33**(2), 160-168.

Key points

- Combined talent selection approaches with coach assessments and measured data are fruitful.
- Multidimensional data (motor performance tests, psychological characteristics, familial support, training history, biological maturation) outperformed motor performance tests only.
- Improvement of non-linear statistics might further enhance the use of multidimensional data for talent selection.

AUTHOR BIOGRAPHY

	<p>Roland SIEGHARTSLEITNER Employment PhD-Student at the Institute of Sport Science, University of Bern Degree MSc Research interest Talent Selection and Talent Development in Football E-mail: roland.sieghartsleitner@ispw.unibe.ch</p>
	<p>Claudia ZUBER Employment Post-Doc Researcher at the Institute of Sport Science, University of Bern Degree PhD Research interest Psychological Characteristics in Talent Selection and Talent Development E-mail: claudia.zuber@ispw.unibe.ch</p>
	<p>Marc ZIBUNG Employment Lecturer at the Institute of Sport Science, University of Bern Degree PhD Research interest Person-oriented Research in Talent Selection and Talent Development E-mail: marc.zibung@ispw.unibe.ch</p>
	<p>Achim CONZELMANN Employment Full Professor at the Institute of Sport Science at the University of Bern Degree PhD Research interest Developmental Sciences, Personality and Talent Research E-mail: achim.conzelmann@ispw.unibe.ch</p>

✉ **Roland Sieghartsleitner**
 Institute of Sport Science, University of Bern, Bremgartenstrasse
 145, CH-3012 Bern, Switzerland

Appendix C: Publikation 3

Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M., Charbonnet, B. & Conzelmann, A. (2019). Talent selection in youth football: Specific rather than general motor performance predicts future player status of football talents. *Current Issues in Sport Science*, 4:011.

Talent selection in youth football: Specific rather than general motor performance predicts future player status of football talents

Roland Sieghartsleitner^{1,*}, Claudia Zuber¹, Marc Zibung¹, Bryan Charbonnet¹, & Achim Conzelmann¹

¹ Institute of Sport Science, University of Bern, Bern, Switzerland

* Corresponding author: Institute of Sport Science, University of Bern, Bremgartenstrasse 145, CH-3012 Bern, Switzerland

Tel: +41 (0) 31 631 45 56

E-Mail: roland.sieghartsleitner@ispsw.unibe.ch

ORIGINAL ARTICLE

Article History:

Submitted 2nd April 2019

Accepted 16th September 2019

Published 12th November 2019

Handling Editor:

Martin Kopp

University of Innsbruck, Austria

Editor-in-Chief:

Martin Kopp

University of Innsbruck, Austria

Reviewers:

Reviewer 1: Anonymous

Reviewer 2: Anonymous

ABSTRACT

Recommended multidimensional models for talent selection are difficult to implement for practitioners in the field. Furthermore, their application has not been established from a scientific point of view, with a lack of clarity concerning how to integrate manifold test results with respect to loading, interaction, and compensation phenomena. Consequently, the question of powerful single predictors for future player status are still of interest within talent research in order to determine promising content for less extensive selection procedures. The aim of the current study is a comparison of the prognostic validity of two frequently used areas within talent selection in youth football: physiologically driven general motor performance (GMP) capacities (40m sprint, agility, counter movement jump, Yo-Yo intermittent recovery test) and domain-specific motor performance (SMP) capacities (i.e., technical skills; dribbling, passing, juggling, shooting). The area under the curve (AUC) from the receiver operating characteristic was used to compare the prognostic validity of both motor performance areas at early and middle adolescence (predicting U20 player status: 17 professional vs. 116 non-professional players at U13/U14; 23 vs. 62 at U16/U17). Although no comparison at the four different age levels led to a significant difference ($.07 \leq p \leq .65$), there was a continuous superiority of SMP over GMP in descriptive AUC values ($.04 \leq \Delta AUC \leq .14$). These descriptive differences reached relevant extent within early adolescence ($\Delta AUC_{U13} = .09$; $\Delta AUC_{U14} = .14$) and were partially accounted for by the influence of biological maturation ($.31 \leq r \leq .50$ between maturation and performance in 40m and counter movement jump). In line with theoretical considerations and earlier research, these results provide further evidence of the superiority of SMP over GMP in predicting future player status. Until the applicability of multidimensional models is further established, SMP rather than GMP should be included in less extensive talent selection models, especially in early adolescence.

Keywords:

soccer – talent identification – physical fitness – technical skills – biological maturation

Citation:

Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M., Charbonnet, B., & Conzelmann, A. (2019). Talent selection in youth football: Specific rather than general motor performance predicts future player status of football talents. *Current Issues in Sport Science*, 4:011. doi: 10.15203/CISS_2019.011.

Introduction

Although early talent selection may result in the loss of certain potential talent, the tremendous popularity of youth football and limited resources within clubs and associations turn this unwanted procedure into a necessity. To minimize the risk of false selection decisions, research has advocated the use of multidimensional approaches which should maximize prognostic validity in terms of predicting the future player status of young talents with data from childhood or adolescence (Sieghartsleitner, Zuber, Zibung, & Conzelmann, 2019; Vaeyens, Lenoir, Williams, & Philippaerts, 2008). In their fundamental work on these approaches, Williams and Reilly (2000) suggested more than 25 potential predictors of talent in football and grouped this “shopping list of key criteria” (p. 658) into sociological, physical, physiological, and psychological dimensions. This pioneering work had significant impact and several researchers have subsequently executed multidimensional work on talent in football (Figueiredo, Gonçalves, Coelho-e-Silva, & Malina, 2009a; Forsman, Blomqvist, Davids, Liukkonen, & Kontinen, 2016; Huijgen, Elferink-Gemser, Lemmink, & Visscher, 2014; Vaeyens et al., 2006; Zuber, Zibung, & Conzelmann, 2016). However, there has been no scientific study or practical implementation that has integrated all of the suggested predictors from the work of Williams and Reilly (2000). Therefore, whilst conducting multidimensional measurements sounds promising, extensive data collection for talent selection may have certain limitations.

Beyond the obvious economic aspects, statistical considerations of common linear methods versus non-linear alternatives turn the inclusion of several variables within multidimensional modelling into a meaningful problem. In both statistical approaches, extensive models with high numbers of variables increase the probability of obtaining results that are difficult to interpret. For example, multicollinearity leads to unclear explanations of variance, whereby the loading and weighing of single variables also becomes unclear (Backhaus, Erichson, Plinke, & Weiber, 2018). Furthermore, a specific problem of linear statistical models is that they are enslaved by the general relations of “the higher (or lower) x, the higher (or lower) y” (Maszczyk et al., 2014). They may therefore fail to represent possible interaction and compensation phenomena between different talent predictors within developing talents (Conzelmann, Zibung, & Zuber, 2018; Meylan, Cronin, Oliver, & Hughes, 2010). Non-linear alternatives such as artificial neural networks and person-oriented approaches also face certain problems, particularly regarding impossible comparisons of different statistical model configurations, or difficulties in interpreting the obtained results (Pfeiffer & Hohmann, 2012; Pion, Hohmann, Liu, Lenoir, & Segers, 2017; Zibung, Zuber, & Conzelmann, 2016; Zuber et al., 2016). Indeed, since an artificial neural network is a kind of black box, the process behind the emergence of its results is hidden, and imposes a questionable blind explanation of an effect without prior insight into the processes that cause this effect (Zhang et al., 2018). On the other hand, person-oriented

methods only manage to overcome interpretative difficulties by compromising part of their holistic aspiration: To be able to deliver interpretable clusters, they must be restricted to a relatively small number of variables, and therefore to less extensive models; i.e. four to six so-called *operating factors* (e.g., the Linking of Clusters after removal of a Residue (LICUR) method; Bergman, Magnusson, & El-Khoury, 2003; Bogat, von Eye, & Bergman, 2016). Overall, therefore, no satisfying solution is currently available for integrating extensive data collection into practical talent selection decisions on single players (such as whether to include a player in a talent development program). As economic and methodological reasons hinder the implementation of multidimensional talent selection models to a certain degree, there is a need for less extensive solutions; i.e., models with a smaller number of integrated variables. In this context, the search for the most powerful predictors of later performance grows in importance. If current talent selection models can only handle a limited number of variables, this raises the question of which areas provide the most powerful way of discriminating between future performance levels of elite youth players, and which variables are worthy of inclusion in these less extensive models (e.g., a person-oriented model with four to six operating factors).

In general, motor performance has been one of the most considered predictors within talent research in youth football and is also frequently used by practitioners in the field (Höner, Leyhr, & Kelava, 2017; Sarmiento, Anguera, Pereira, & Araújo, 2018). Whilst the overall value of motor performance for talent selection is not doubted, it is unclear whether physiologically driven general motor performance (GMP) capacities (e.g., speed, endurance, vertical jump) or domain-specific motor performance (SMP) capacities (i.e., technical skills) best predict future performance levels of young football players (Dodd & Newans, 2018; Forsman et al., 2016; Gonaus & Müller, 2012; Höner et al., 2017; Murr, Raabe, & Höner, 2017). In particular, the prognostic validity of GMP for long-term predictions from childhood or early adolescence has been vigorously questioned due to lower specificity of the task and development-related influences such as biological maturation and relative age, which may at least influence strength and speed abilities (Lidor, Côté, & Hackfort, 2009; Malina, Cumming, Coelho-e-Silva, & Figueiredo, 2017; Müller, Gonaus, Perner, Müller, & Raschner, 2017; Romann, Rössler, Javet, & Faude, 2018). For that reason, the SMP, which is more likely to be maturity-unbiased, is thought to provide higher prognostic validity than GMP, although the measurement reliability of the former is generally lower (Höner, Votteler, Schmid, Schultz, & Roth, 2015; Lidor et al., 2009; Vaeyens et al., 2008). On the question of the prognostic validity of GMP versus SMP, the amount of relevant research is limited. As Murr, Feichtinger, Larkin, O'Connor, and Höner (2018) showed in their review, only the studies of two working groups can report on long-term prognostic validities (i.e., more than four years) of both GMP and SMP. Forsman et al. (2016) presented data from Finnish U14 players, which were used to predict player status at U19 level (elite vs. sub-elite, $n = 114$). SMP (dribbling and passing,

passing and centering; $d_{mean} = 0.73$) and GMP (30m sprint, agility, vertical jump, and endurance; $d_{mean} = 0.67$) separated groups with similar strong effect sizes on average. In reports on the German football talent identification and talent development program, GMP is reported by means of 20m sprint and agility, SMP with tests for dribbling, ball control, and shooting (Höner et al., 2015). Within U12 data, dribbling and ball control show highest effect sizes ($\eta^2 = .02$, $n = 22,843$) for discrimination between the performance levels of players at the middle and late adolescent stages (U16-U19; Höner & Votteler, 2016). A second study, also within U12 data, reports a higher prognostic validity for SMP ($\eta^2_{mean} = .010$) compared to speed abilities ($\eta^2_{mean} = .006$) in predicting adult performance levels ($n = 14,187$; Höner et al., 2017). In a third study, the working group was able to show that the 20m sprint was the only variable that did not significantly separate adult performance levels within U12 to U15 data ($n = 1,134$; Leyhr, Kelava, Raabe, & Höner, 2018).

In summary, research on the predictive values of GMP versus SMP for talent selection in youth football has produced some empirical results and certain theoretical considerations. However, an immediate pairwise comparison of the prognostic validity of these two areas of motor performance within longitudinal study designs is still missing. As methodological reasons hinder the use of multidimensional approaches with many variables, this comparative knowledge on the prognostic relevance of certain variables at different age groups seems to be necessary to facilitate the choice of predictors for less extensive talent selection models. For that reason, the aim of the current investigation was to research whether GMP or SMP showed higher prognostic validity within talent selection in different stages of youth football (early and middle adolescence).

Methods

Participants

The current research is part of the longitudinal project *Talent Selection and Talent Development in Swiss football*, which followed players born in 1999 throughout the talent promoting system of the Swiss Football Association by using various tests including notably measurements of the motor performance area (Sieghartsleitner et al., 2019, 2018; Zibung et al., 2016; Zuber et al., 2016). The current contribution used a total sample of 195 male players. During the season 2018/2019, 31 of these players (15.9%) participated in the first to third league within Switzerland or were nominated for the Swiss U20 junior national team (i.e., 15.9% were classified as professional players). The remaining 164 players took part in the fourth league or below and were classified as non-professionals. The total sample consists of two groups. A first group of 133 players (17 professionals, 12.8%) volunteered to participate in motor performance tests at early adolescence (U13/U14 age categories). A second group of 85 players (23 professionals, 27.1%) went through the same tests at middle adolescence (U16/U17 age categories).

The two groups include 23 players (9 professionals) who participated in early and middle adolescence; hence in all four age groups. As the selection level increases through the ongoing talent promotion system, the U16/U17 group includes a higher percentage of professional players than the U13/U14 group ($\chi^2 = 7.06$, $p < .05$). The study received approval from the Ethics Committee of the Faculty of Human Sciences of the University of Bern and all players and their legal representatives provided their written informed consent to participate.

Measures

During a single season, players participated twice (autumn and spring) in a test battery consisting of eight variables to determine motor performance. The season's performance was calculated using the mean value of both tests. If one of the two measurements was missed (e.g., through injury, sickness, or school activities), the other served as the test score for the age category (19.4% of cases). As there was only one difference (shooting at U14 age group; $p = .03$) between players with either one or two participations within 32 comparisons (eight tests at four age groups; t -Test; false discovery rate adjusted alpha level of significance from Benjamini and Hochberg (1995): $\alpha = .044$) and similar procedures are common within long-term development analysis in football, this procedure was considered to be appropriate (Gonaus & Müller, 2012; Höner et al., 2015).

GMP was operationalized by the following four tests. Firstly, a 40m sprint was conducted with a twin photoelectric sensor (Microgate, Bolzano, Italy) at the starting and finishing line ($r_{tt} = .96$; Zuber et al., 2016). Secondly, for an agility test, players took a short sprint, ran around three poles with a change of direction, and repeated these actions mirror-inverted before finishing (Höner et al., 2015). As in the sprint test, twin photoelectric sensors measured times ($r_{tt} = .83$). Thirdly, in a vertical counter movement jump test (without arm swing), the highest value of five attempts served as the test score (Myotest, Sion, Switzerland; ICC = .96; Casartelli, Muller, & Maffioletti, 2010). Finally, the Level 1 Yo-Yo intermittent recovery test measured the intermittent endurance performance ($r_{tt} = .93$; Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2008).

SMP was measured by means of an additional four tests. A dribbling test was executed with the same trajectory as the agility test, the only difference being that it was performed with a ball instead of without a ball ($r_{tt} = .56$; Höner et al., 2015). Secondly, a passing test was adapted from the passing test used by Höner et al. (2015). In this test, players passed the ball from a confined zone against four walls in turn, one in each direction. After the fourth pass, the same sequence was repeated in reverse order (reaching nine passes). Time served as the test score and was measured manually with stopwatches ($r_{tt} = .68$; Zuber et al., 2016). Thirdly, a juggling test required players to juggle along a course shaped like the figure 8 (left and right foot alternately). Players scored a point for each quarter of a circle they completed. The test was stopped after 45 seconds or, alternatively, as soon as a mistake was made (e.g., one foot twice in succession,

the ball touching the ground or any other part of the body). The number of points served as the test score (Höner et al., 2015), reaching a $r_{tt} = .79$ (Zuber et al., 2016). Finally, in a shooting test, players had to shoot eight times into target zones of the goal (2 targets, 2 feet, 2 attempts). Successful shots on the target were subjectively rated by speed on a three stage scale (low, medium, or high speed denote 1, 2, or 3 points), and the test score was the overall number of points ($r_{tt} = .31$; Höner et al., 2015). The protocol for the test battery was standardized (warm-up, order of tests, trained team of testers) and it was executed on dry synthetic turf only. For the 40m sprint, agility, dribbling, passing, and juggling tests, the better of two attempts was used for data analysis. For the all-out Yo-Yo intermittent recovery test, only one attempt was possible. Finally, an adult state prediction was assessed along with the eight motor performance tests to obtain an indicator of biological maturation by means of the percentage of predicted adult height (Sherar, Mirwald, Baxter-Jones, & Thomis, 2005).

Data Analysis

Due to missed, incorrect, or aborted attempts, 1.0% of all values were missing in the U13/U14 dataset (6.8% cases showed missing data; Little's missing completely at random test: $\chi^2 = 109.0$, $df = 88$, $p = .06$). In the U16/U17 dataset, 3.8% of the values were missing (20.0% cases showed missing data; Little's missing completely at random test: $\chi^2 = 131.0$, $df = 96$, $p = .01$). As missing values can lead to unwanted distortions in statistical analysis (e.g., biased parameter estimates and reduced sample size) and Little's test showed that current data points were missing at random rather than missing completely at random, multiple imputation with $m = 10$ imputations and a maximum of $k = 10$ iterations was carried out by means of the R package *mice* to impute missing values (Jekauc, Völkle, Lämmle, & Woll, 2012; Little, 1988; Stuart, Azur, Frangakis, & Leaf, 2009; van Buuren & Groothuis-Oudshoorn, 2011). All variables in the dataset were defined as predictors as well as imputation variables. After creating the complete datasets, all of the following data analysis procedures were conducted for each of the imputed datasets. Finally, the results of point estimates (mean of the estimates from completed datasets) and interval estimates (considering the within- and between-imputation variance of the completed datasets) were pooled with reference to Rubin's Rule (Jekauc et al., 2012).

The first step in data analysis calculated two classification models per age group to predict U20 player status (professional or non-professional): one for GMP (40m sprint, agility, counter movement jump, Yo-Yo intermittent recovery test) and one for SMP (dribbling, passing, juggling, shooting).

To calculate the likelihood of each individual being categorized as a professional or non-professional player, each of the models used robust classification from binary logistic regression (BLR) in R (Antonogeorgos, Panagiotakos, Priftis, & Tzonou, 2009; R Core Team, 2017). The subsequent receiver operating characteristic (ROC) from the R package *pROC* determined the

discriminative power of this classification (Robin et al., 2011). To proof BLR models for superiority over a baseline model and for fitting of the data, a likelihood-ratio test (Omnibus tests of model coefficients) and the Hosmer-Lemeshow test were conducted (Hosmer, Lemeshow, & Sturdivant, 2013; Zeileis & Hothorn, 2002). For both tests, the alpha level for significance was set at $\alpha < .05$. According to the corresponding null hypothesis, superiority over a baseline model was indicated by $\alpha < .05$ (Omnibus tests of model coefficients) and an appropriate fit of the data by means of $\alpha > .05$ (Hosmer-Lemeshow test).

As a next step, the likelihood of each individual being categorized as a professional or non-professional player from BLR was used to create the ROC. The resulting area under the curve (AUC; an index for measuring the quality of classification), was used to compare the GMP and SMP models using the DeLong non-parametric test (DeLong, DeLong, & Clarke-Pearson, 1988; Robin et al., 2011). Again, the alpha level for significance was initially set to $\alpha < .05$. Due to the comparison between the classification models at each age group level, the false discovery rate was used to appropriately adjust the alpha level of significance for multiple testing (Benjamini & Hochberg, 1995).

Compared to the use of BLR only, ROC offers beneficial descriptive values of correctly identified talents (sensitivity), correctly identified non-talents (specificity), and an overall percentage of all correct selection decisions (accuracy; Robin et al., 2011). Each of these three descriptive values can be calculated for each single point on the ROC curve to describe the effectiveness of a certain discrimination threshold. According to these discrimination thresholds, an additional benefit of ROC over BLR and its setting of a fixed threshold is the search for the most powerful discrimination threshold, known as the Youden index (Youden, 1950). The Youden index describes that point of the ROC curve where the sum of sensitivity and specificity is maximized, and therefore may represent the most efficient talent selection threshold for inclusion in a talent development system.

Finally, to examine potential maturational influences on motor performance, the relationship between each performance test and the biological maturation indicator was estimated by using Pearson correlations. Again, the alpha level for significance was set to $\alpha < .05$ and the false discovery rate was used to adjust for multiple testing (Benjamini & Hochberg, 1995).

Results

Tables 1 and 2 provide an overview of the descriptive characteristics of the measured variables for professional and non-professional players. According to the results of the BLR analysis (see Table 3), only three models were significant (Omnibus tests of model coefficients: $p < .05$) and also appropriately calibrated (Hosmer-Lemeshow test: $p > .05$). These were the SMP models at the U13 ($p < .01$, $p = .60$, Nagelkerkes $R^2 = .22$); the U14 ($p < .01$, $p = .65$, Nagelkerkes $R^2 = .23$); and the U16 age groups ($p = .03$, $p = .42$, Nagelkerkes $R^2 = .17$). Whilst the SMP model at

Table 1: Means (\pm standard deviation) for professional players (PP) and non-professional players (NPP) for measured items in U13 / U14 age groups.

Item	U13			U14		
	PP (n = 17)	NPP (n = 116)	Total (n = 133)	PP (n = 17)	NPP (n = 116)	Total (n = 133)
Age (years)	12.52 \pm 0.36	12.57 \pm 0.32	12.56 \pm 0.32	13.56 \pm 0.32	13.56 \pm 0.33	13.56 \pm 0.33
Height (cm)	152.7 \pm 5.0	153.9 \pm 8.0	153.8 \pm 7.7	160.2 \pm 6.5	160.5 \pm 8.2	160.5 \pm 8.0
Weight (kg)	41.8 \pm 5.4	42.8 \pm 7.1	42.6 \pm 6.9	48.8 \pm 6.5	48.0 \pm 7.9	48.1 \pm 7.7
Maturation (% adult height)	84.95 \pm 1.35	85.08 \pm 1.99	85.06 \pm 1.91	88.94 \pm 2.54	88.59 \pm 2.77	88.63 \pm 2.73
40m sprint (sec)	6.54 \pm 0.28	6.61 \pm 0.36	6.60 \pm 0.35	6.48 \pm 0.34	6.41 \pm 0.34	6.42 \pm 0.34
Agility (sec)	8.20 \pm 0.32	8.18 \pm 0.32	8.18 \pm 0.31	8.15 \pm 0.25	8.11 \pm 0.29	8.11 \pm 0.28
CMJ (cm)	28.8 \pm 2.3	30.2 \pm 3.7	30.0 \pm 3.6	29.3 \pm 2.8	31.1 \pm 3.9	30.9 \pm 3.8
Yo-Yo (m)	905 \pm 251	890 \pm 284	892 \pm 280	1123 \pm 408	1100 \pm 353	1103 \pm 349
Dribbling (sec)	10.21 \pm 0.49*	10.76 \pm 0.80	10.69 \pm 0.78	10.07 \pm 0.42	10.33 \pm 0.60	10.29 \pm 0.58
Passing (sec)	17.21 \pm 1.65*	18.39 \pm 2.06	18.24 \pm 2.06	15.86 \pm 1.35*	16.84 \pm 1.70	16.72 \pm 1.69
Juggling (points)	4.7 \pm 3.8*	3.0 \pm 3.1	3.2 \pm 3.2	11.3 \pm 5.4*	5.9 \pm 5.0	6.6 \pm 5.4
Shooting (points)	9.0 \pm 2.7*	7.4 \pm 2.8	7.6 \pm 2.8	10.1 \pm 3.3	8.5 \pm 2.6	8.7 \pm 2.7

Note: CMJ = counter movement jump; Yo-Yo = Level 1 Yo-Yo intermittent recovery test; * = different from NPP (*t*-Test, *p* < .05)

Table 2: Means (\pm standard deviation) for professional players (PP) and non-professional players (NPP) for measured items in U16 / U17 age groups.

Item	U16			U17		
	PP (n = 23)	NPP (n = 62)	Total (n = 85)	PP (n = 23)	NPP (n = 62)	Total (n = 85)
Age (years)	15.45 \pm 0.44	15.53 \pm 0.40	15.51 \pm 0.41	16.51 \pm 0.31	16.61 \pm 0.33	16.58 \pm 0.33
Height (cm)	152.7 \pm 5.0	153.9 \pm 8.0	153.8 \pm 7.7	160.2 \pm 6.5	160.5 \pm 8.2	160.5 \pm 8.0
Weight (kg)	62.4 \pm 7.2	64.6 \pm 7.1	64.1 \pm 7.2	66.9 \pm 6.6	68.6 \pm 7.1	68.2 \pm 7.0
Maturation (% adult height)	96.98 \pm 1.39	97.53 \pm 1.34	97.38 \pm 1.37	98.78 \pm 0.74	99.05 \pm 0.75	98.98 \pm 0.75
40m sprint (sec)	5.67 \pm 0.16	5.73 \pm 0.20	5.71 \pm 0.61	5.58 \pm 0.18	5.66 \pm 0.20	5.64 \pm 0.58
Agility (sec)	7.77 \pm 0.22	7.85 \pm 0.28	7.83 \pm 0.27	7.73 \pm 0.27	7.86 \pm 0.35	7.82 \pm 0.34
CMJ (cm)	37.4 \pm 3.7	36.9 \pm 4.8	37.0 \pm 4.5	38.1 \pm 3.3	37.5 \pm 4.7	37.7 \pm 4.3
Yo-Yo (m)	2226 \pm 432	2050 \pm 429	2098 \pm 434	2344 \pm 359*	2111 \pm 533	2174 \pm 501
Dribbling (sec)	9.71 \pm 0.53	9.92 \pm 0.63	9.86 \pm 0.61	9.65 \pm 0.53	9.83 \pm 0.59	9.78 \pm 0.58
Passing (sec)	14.56 \pm 1.16	14.84 \pm 1.43	14.77 \pm 1.36	13.39 \pm 1.30*	13.82 \pm 1.29	13.70 \pm 1.28
Juggling (points)	14.0 \pm 7.1*	9.0 \pm 6.2	10.4 \pm 6.8	16.6 \pm 6.6*	11.5 \pm 7.3	12.9 \pm 7.5
Shooting (points)	6.9 \pm 3.4	6.9 \pm 2.8	6.9 \pm 2.9	8.3 \pm 3.3	7.7 \pm 3.2	7.9 \pm 3.2

Note: CMJ = counter movement jump; Yo-Yo = Level 1 Yo-Yo intermittent recovery test; * = different from NPP (*t*-Test, *p* < .05)

Table 3: Significance, calibration, and model fit values for the general and specific motor performance models.

	Age group	Omnibus tests of model coefficients			Hosmer-Lemeshow test			Model fit Nagelkerkes R ²
		χ^2	df	p	χ^2	df	p	
General motor performance	U13	6.59	4	.16	5.22	8	.73	.09
	U14	3.88	4	.42	10.17	8	.25	.05
	U16	4.37	4	.36	6.94	7	.44	.07
	U17	6.36	4	.17	7.34	7	.50	.11
Specific motor performance	U13	16.37	4	< .01	6.45	8	.60	.22
	U14	17.33	4	< .01	5.95	8	.65	.23
	U16	10.60	4	.03	7.13	7	.42	.17
	U17	8.21	4	.08	4.32	7	.74	.13

Table 4: Descriptive values of the receiver operating characteristic curves for the five classification models.

	Age group	AUC [95% CI]	Sensitivity [95% CI]	Specificity [95% CI]	Accuracy [95% CI]	YI
General motor performance	U13	.68 [.53; .82]	.64 [.36; .93]	.80 [.29; 1.00]	.77 [.37; 1.00]	.44
	U14	.65 [.52; .78]	.76 [.66; 1.00]	.65 [.22; 1.00]	.66 [.32; 1.00]	.42
	U16	.68 [.55; .81]	.78 [.43; 1.00]	.61 [.46; .77]	.67 [.56; .79]	.40
	U17	.67 [.55; .80]	.79 [.56; 1.00]	.64 [.39; .89]	.68 [.53; .83]	.43
Specific motor performance	U13	.77 [.66; .88]	.88 [.61; 1.00]	.66 [.46; .85]	.68 [.52; .85]	.54
	U14	.79 [.67; .91]	.76 [.53; 1.00]	.78 [.54; 1.00]	.78 [.59; .99]	.55
	U16	.74 [.63; .85]	.82 [.51; 1.00]	.66 [.34; .98]	.70 [.51; .88]	.49
	U17	.71 [.59; .83]	.77 [.46; 1.00]	.67 [.35; .99]	.70 [.51; .89]	.44

Note: AUC = area under the curve, YI = Youden Index

the U17 age group was still close ($p = .08$, $p = .74$, Nagelkerkes $R^2 = .13$), all of the GMP models lacked clearer significance and showed lower model fits ($.05 \leq \text{Nagelkerkes } R^2 \leq .11$).

Table 4 presents the descriptive values from the ROC. The AUC [95% CI] indicates values from .65 [.52; .78] to .68 [.55; .81] for GMP models and from .71 [.59; .83] to .79 [.67; .91] for SMP models. Sensitivities of the GMP classification models indicate values between .64 [.36; .93] and .79 [.56; 1.00], which means

that these models were able to identify a range from 10 of 17 (U13) up to 18 of 23 (U17) professional players correctly. The classification models for SMP identified a range from 12 of 17 (U14) up to 15 of 17 (U13) professional players correctly, which indicates sensitivities from .76 [.53; 1.00] to .88 [.61; 1.00]. Values for specificities ranged from .61 [.46; .77] to .80 [.29; 1.00] within GMP classification models. This means a correct identification ranging from 37 of 62 (U16) up to 93 of 116 (U13) non-

professional players. Within SMP models, a range from 41 of 62 (U16) up to 90 of 116 (U14) non-professional players were identified correctly (specificities from .66 [.34; .98] to .78 [.54; 1.00]). Sensitivities and specificities together lead to Youden indices (YIs) from .40 to .44, with accuracies from .66 [.32; 1.00] to .77 [.37; 1.00] in GMP models. In other words, the GMP model with the lowest accuracy (U14) would predict 54 of 133 players becoming professional (13 valid predictions, 4 professional players missed). The GMP model with the highest accuracy (U13) would predict only 34 players (11 valid predictions, 6 professional players missed). SMP models reached YIs from .44 to .55, with accuracies of .68 [.52; .85] to .78 [.59; .99]. Overall selection decisions based on these models would predict 54 of 133 players (U13: 15 valid predictions, 2 professional players missed) in the worst case, while predicting 39 of 133 players (U14: 13 valid predictions, 4 professional players missed) represents the most effective selection decision from SMP models.

Table 5 displays the results of the non-parametric approach to compare the AUCs of GMP and SMP within each single age group. None of these four comparisons led to a significant difference. The highest *z*-value appeared within the U14 age group ($AUC_{GMP} = .65$ [.52; .78], $AUC_{SMP} = .79$ [.67; .91], $z = 1.79$, $p = .07$), and the lowest in the U17 age group ($AUC_{GMP} = .67$

[.55; .80], $AUC_{SMP} = .71$ [.59; .83], $z = 0.46$, $p = .65$).

To illustrate the impact of the single variables in the classification models, Table 6 shows the BLR regression coefficients for the SMP model for the age group with the highest model fit (U14). Juggling is the only variable with significant impact in that model, reaching an Odds Ratio (OR) [95% CI] of 2.06 [1.19; 3.55] ($p < .01$) for *z*-standardized data, which means that achieving one standard deviation better in juggling doubles the chances of becoming a professional player. The further variables included did not significantly influence the U14 SMP regression model (shooting: $p = .20$; dribbling: $p = .46$; and passing: $p = .52$).

To obtain further insight into the value of single GMP variables, Table 7 presents the BLR regression coefficients for this model at the U17 age group. The non-significant results for the overall model show that no single variable has a significant impact, with the Yo-Yo intermittent recovery test showing the highest OR of 1.52 [0.80; 2.89] ($p = .20$) for *z*-standardized data, whilst the 40m sprint ($p = .28$), agility ($p = .64$), and counter movement jump ($p = .84$) showed less important ORs.

Finally, Table 8 presents Pearson correlations between the percentage of predicted adult height and motor performance to examine the influence of biological maturation. The results do

Table 5: Comparison using the DeLong non-parametric test (DeLong et al., 1988) between the AUCs of the general and specific motor performance models for each age group.

Age group	General motor performance	Specific motor performance		
	AUC [95% CI]	AUC [95% CI]	<i>Z</i>	<i>p</i>
U13	.68 [.53; .82]	.77 [.66; .88]	1.38	.17
U14	.65 [.52; .78]	.79 [.67; .91]	1.79	.07
U16	.68 [.55; .81]	.74 [.63; .85]	0.80	.42
U17	.67 [.55; .80]	.71 [.59; .83]	0.46	.65

Note: AUC = area under the curve

Table 6: Coefficients of the U14 specific motor performance binary logistic regression model (for *z*-standardized data).

Item ¹	β	<i>SE</i>	Wald	<i>df</i>	<i>p</i>	Odds Ratio [95% CI]
Juggling	0.72	0.28	6.75	1	.01	2.06 [1.19; 3.55]
Shooting	0.38	0.30	1.67	1	.20	1.47 [0.82; 2.62]
Dribbling	-0.32	0.43	0.54	1	.46	0.73 [0.31; 1.69]
Passing	-0.29	0.45	0.41	1	.52	0.75 [0.31; 1.82]

Note: ¹Variables ranked by absolute value of beta coefficients

Table 7: Coefficients of the U17 general motor performance binary logistic regression model (for z-standardized data).

Item ¹	β	SE	Wald	df	p	Odds Ratio [95% CI]
Yo-Yo	0.42	0.33	2.06	1	.20	1.52 [0.80; 2.89]
40m sprint	−0.36	0.33	1.17	1	.28	0.70 [0.37; 1.34]
Agility	−0.15	0.32	0.23	1	.64	0.86 [0.46; 1.62]
CMJ	−0.06	0.31	0.04	1	.84	0.94 [0.52; 1.72]

Note: ¹Variables ranked by absolute value of beta coefficients. CMJ = counter movement jump; Yo-Yo = Level 1 Yo-Yo intermittent recovery test

Table 8: Pearson correlation coefficients between biological maturation (percentage of predicted adult height) and motor performance tests

Age Group	Specific motor performance				General motor performance			
	Juggling	Shooting	Dribbling	Passing	Yo-Yo	40m sprint	Agility	CMJ
U13	−.01	−.10	−.10	−.12	.05	.31*	−.08	.37*
U14	.01	.15	−.03	.08	.01	.50*	−.11	.33*
U16	−.12	−.12	−.11	.06	−.14	.23*	−.12	.14
U17	−.11	−.05	−.11	−.04	−.08	.07	−.28*	.06

Note: Positive correlations express better test performance with higher percentage of predicted adult height; CMJ = counter movement jump; Yo-Yo = Level 1 Yo-Yo intermittent recovery test; * = $p < .05$ (false discovery rate adjusted α : .045; Benjamini & Hochberg, 1995)

not show any significant correlations between SMP tests and biological maturation over all age groups. On the other hand, the GMP tests of the 40m sprint ($.31 \leq r \leq .50$) and counter movement jump ($.33 \leq r \leq .37$) are correlated with biological maturation in early adolescence (U13/U14). These correlations decline or disappear over time until middle adolescence, while a single correlation between biological maturation and agility appears at U17.

Discussion

The findings of the current study show that talent selection models with the single dimensions of GMP or SMP do not lead in general to significant predictions with the aim of an early differentiation between professional and non-professional players. Only three out of eight BLR models showed superiority over random predictions and were also calibrated appropriately (i.e., the SMP models for the U13, U14, and U16 age groups). Compared to the significance of predictions and the higher explained variance from the more extensive, multidimensional selection models within a similar group of partici-

pants, the less extensive models in the current study indicate substantially lower prognostic validity (Sieghartsleitner et al., 2019). This may underline the assumed advantages of multidimensionality over less extensive models (Vaeyens et al., 2008; Williams & Reilly, 2000; Zuber et al., 2016). However, as long as these multidimensional models are not easily applicable to talent selection in the field, the immediate comparison between possible predictors of later performance may be of certain relevance within talent research.

Prognostic validity and specificity of the task

Based on the immediate comparisons of different predictors of future performance in youth football, the current research contrasted the value of two different areas of motor performance for early talent selection. In doing so, there was a continuous superiority of SMP ($.71 \leq \text{AUC} \leq .79$) over GMP ($.65 \leq \text{AUC} \leq .68$) in descriptive values within each analysed age group through early (U13/U14) and middle adolescence (U16/U17), despite the higher measurement reliability of the GMP. None of the four comparisons at the different age groups led to a significant difference between AUCs of GMP and SMP ($.07 \leq p \leq .65$). Howev-

er, the AUC assessment from Hosmer et al. (2013) underpins the relevance of a decile difference within this parameter (i.e., AUC of .50 = no discrimination; .70 = acceptable discrimination; .80 = excellent discrimination; and 1.00 = perfect discrimination). As this decile difference is the case between GMP and SMP in the U13 (AUC = .68/.77) and U14 (AUC = .65/.79) age groups, these differences may express a relevant but not significant difference within discrimination between professional and non-professional players. For this reason, the current findings of a slightly higher discriminative power for SMP over GMP seems to be in line with earlier research from the German football talent identification and talent development program (Höner et al., 2017; Höner & Votteler, 2016; Leyhr et al., 2018). For the discrimination between performance levels of players at late adolescence or early adulthood, they also found higher effect sizes within SMP compared to GMP in U12 to U15 data. Furthermore, the results underline the theoretical considerations of Lidor et al. (2009), who assumed higher reliability from GMP tests but higher prognostic validity from SMP because of the specificity of the task.

With regard to the value of single SMP variables within the discrimination models, juggling shows by far the highest impact on future performance within the example of the U14 BLR ($OR = 2.06 [1.19; 3.55]$). Shooting ($OR = 1.47 [0.82; 2.62]$), dribbling ($OR = 0.73 [0.31; 1.69]$), and passing ($OR = 0.75 [0.31; 1.82]$) also indicate that better test performances have the tendency to affect the chance of becoming a professional player positively (time scales in dribbling and passing are inverse). Compared to earlier research, this relevance of juggling is unexpected, because juggling tests have not been considered in many studies of the prognostic validity of SMP in youth football, nor have any studies reported on the long-term prognostic validity of juggling (Murr et al., 2018). Compared to shooting, dribbling, and passing, the skill of juggling is not a relevant task within football matches, which might explain why juggling has not received much attention within talent research (Ali, 2011). Apart from its prognostic validity, the higher reliability ($r_{tt} = .79$) compared to other SMP tests in the current study ($.31 \leq r_{tt} \leq .68$), and the substantial factor loading on the latent dimension *technical skills*, may be hints for the high value of juggling (Höner et al., 2015). Earlier results on its independence from biological maturation are confirmed in the current study, albeit this is also true for the other three SMP tests (Figueiredo, Goncalves, Silva, & Malina, 2009b; Matta, Figueiredo, Garcia, & Seabra, 2014). Following these results, the use of juggling tests within talent selection in youth football is highly recommended.

Regarding GMP, earlier research claimed a significant impact of test results from different stages of adolescence on adult performance levels (Dodd & Newans, 2018; Gonaus & Müller, 2012; Murr et al., 2017). However, the BLR models for GMP in the current study did not lead to any significant solutions, whilst descriptive values even show surprising inverse characteristics in early adolescence (i.e., descriptive statistics indicate better values for non-professional players in certain tests within early adolescence).

Prognostic validity and time span

In addition to the immediate comparison of the prognostic validity of GMP and SMP over all age groups and the value of single variables within these models, the current study enables insight into changes in prognostic validity over different time spans from early or middle adolescence to the U20 age group. In particular, the prognostic validity of the GMP appeared quite stable through all age groups ($.65 \leq AUC \leq .68$), which indicates that the value for predicting the U20 player status (professional vs. non-professional) from GMP data is similar over a period of three years (from middle adolescence: U17 to U20) or seven years (from early adolescence: U13 to U20) respectively. This seems to be unexpected, because biological maturation influences the long-term predictions from GMP in early adolescence by means of the 40m sprint and counter movement jump, and therefore these long-term predictions should suffer from lower prognostic validity compared to predictions over shorter time spans (Malina et al., 2017). Compared to this stability for predictions from GMP, SMP even shows a tendency for inverse patterns considering the time span. In early adolescence (six to seven years before U20), SMP variables differentiated players slightly better ($.77 \leq AUC \leq .79$) than they did in middle adolescence (three to four years before the U20 performance criterion; $.71 \leq AUC \leq .74$). Furthermore, the accuracy and specificity of both motor performance areas show, on average, a rather declining trend from early (U13/U14) to middle adolescence (U16/U17). Accordingly, it seems increasingly challenging to identify correctly who will (not) become a professional, which is inconsistent with the expected pattern (i.e., the shorter the time span, the more accurate the prognosis; Güllich, 2014).

These unexpected patterns of prognostic validity over different time spans may be due to certain aspects of the methodology used in the current research. Firstly, the mixed longitudinal and cross-sectional data, which resulted from recurring selections in the pyramidal standard model of talent development within the system of the Swiss Football Association, could lead to a different selection level between early (U13/U14) and middle adolescence data (U16/U17; Bailey & Collins, 2013). The change in the percentage of professional players within these different groups of participants supports this consideration (13% professional players at U13/14 vs. 27% at U16/U17; $\chi^2 = 7.06, p < .05$).

Secondly, as the level of selection increases over time, the heterogeneity among players' potential may decrease (Baker & Wattie, 2018). In combination with the progressive attenuation of the inequalities linked to the difference in biological maturation in the 40m sprint and counter movement jump, this greater homogeneity may redistribute the worth of each predictive area to correctly identify future professionals (sensitivity; Baker, Wattie, & Schorer, 2019). This would explain why, on average, the sensitivities of GMP start to gradually compensate for the corresponding loss of discriminative power attributed to maturity-independent factors (i.e., SMP) as adulthood approaches. Thirdly, the BLR and ROC statistics compensate for the different

directions of descriptive differences in GMP between early and middle adolescence (Backhaus et al., 2018). Whilst descriptive mean values for non-professional players were better in more than 50% of GMP tests during early adolescence, professional players performed better in every test during middle adolescence. Therefore, the prognostic validity of GMP tests seems to be questionable in early adolescence. Overall, the overlapping effects of time spans (the assumed lower prognostic validity for longer time spans), different selection levels (the assumed higher prognostic validity for heterogeneous groups at lower selection levels), decreasing inequalities from biological maturation, as well as further non-linear influences, may have led to the stable AUC values over time within GMP, and to the slightly higher but decreasing AUC values of SMP.

General limitations

Apart from the above limitations, which address the specific topic of prognostic validity and time span, there are also general aspects of the current study that might limit its worth. Firstly, all data analysis was carried out using exploratory dataset models only. Regarding the statistical machine learning practice, this would be only the first step of an analysis, which should be completed by validating the metric model through a second dataset (Till et al., 2016). However, because of the limited number of participants in the current study, they could not be split into exploratory and validation datasets without violating other requirements of the statistical analysis. Therefore, the limited number of participants as well as the small number of professional players which emerged as a result, especially within the early adolescence sample, may hinder a more comprehensive and detailed insight into the value of GMP versus SMP for talent selection in youth football.

Secondly, the data analysis ignored non-significant results from BLR within the initial step of analysis. However, as the results have shown, a non-significant result from BLR within GMP data does not necessarily mean that the discriminative power of such a model is significantly lower than the discriminative power of a model with significant results in BLR within SMP data. Furthermore, as stated in the introduction, talent research aims for multidimensional models to explain the future performance of players (Williams & Reilly, 2000). Therefore, the use of single dimensions only (i.e., GMP or SMP) may have its weaknesses, such that significant results from BLR set rigid criteria for unidimensional models, which would be difficult to meet.

Thirdly, the data analysis is based on the curve linear model of the BLR. As mentioned in the introduction, linear statistical models rely on the higher the x, the higher the y relations and may therefore fail to represent intra-individual interactions that allow weaknesses in one predictor to be compensated for by strengths in another (Conzelmann et al., 2018; Maszczyk et al., 2014; Meylan et al., 2010). Apart from that, non-linear alternatives (e.g. person-oriented methods or artificial neural networks) are unable to deliver immediate comparisons between different model configurations (Bogat et al., 2016). Therefore,

the use of the current methodology was a corollary from earlier considerations of the research question.

Conclusion

This study of an immediate comparison of the prognostic validity of GMP (40m sprint, agility, counter movement jump, YoYo intermittent recovery test) versus SMP (dribbling, passing, juggling, shooting) for talent selection in youth football seems to provide certain evidence that the latter is more useful for predicting future player status. This is in line with theoretical considerations and earlier research on the topic (Höner et al., 2017; Höner & Votteler, 2016; Leyhr et al., 2018; Lidor et al., 2009). SMP showed promising results with significant BLR models, especially for long-term predictions from early adolescence (U13/U14), whereas the prognostic validity of GMP over this longer time span of six to seven years seems to be unclear (for instance, descriptive statistics indicate better values for non-professional players in certain tests within early adolescence). This weak prognostic relevance of the GMP is at least partly explained by the influence of biological maturation. According to changes over time, the influence of biological maturation tends to disappear and the prognostic validity of GMP becomes more evident in middle adolescence (i.e., descriptive statistics indicate better values for professional players in each test), though SMP still discriminates players slightly better.

Consequently, until multidimensional models are a) less difficult to implement for practitioners in the field and b) able to process manifold variables from different dimensions for overall selection decisions on single players, then SMP should be included in less extensive talent selection models in early adolescence, as GMP may have more questionable prognostic validity. For selection models in middle adolescence, SMP is still preferable, though its superiority over GMP decreases.

Acknowledgements

We would like to thank the Swiss Football Association for supporting and funding this research project.

Competing Interests

The authors have declared that no competing interests exist.

Data Availability Statement

The datasets analysed during the current study are available from the corresponding author on request.

References

- Ali, A. (2011). Measuring soccer skill performance: a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(2), 170–183. doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01256.x
- Antonogeorgos, G., Panagiotakos, D. B., Priftis, K. N., & Tzonou, A. (2009). Logistic regression and linear discriminant analyses in evaluating factors associated with asthma prevalence among 10- to 12-years-old children: divergence and similarity of the two statistical methods. *International Journal of Pediatrics*, 2009, 1–6. doi.org/10.1155/2009/952042
- Bailey, R., & Collins, D. (2013). The standard model of talent development and its discontents. *Kinesiology Review*, 2(4), 248–259. doi.org/10.1123/kj.2.4.248
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., & Weiber, R. (2018). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (15th ed.) [Multivariate analysis methods. An application-oriented introduction]. Berlin: Springer.
- Baker, J., & Wattie, N. (2018). Innate talent in sport: separating myth from reality. *Current Issues in Sport Science*, 3, 1–9. doi: 10.15203/CISS_2018.006
- Baker, J., Wattie, N., & Schorer, J. (2019). A proposed conceptualization of talent in sport: the first step in a long and winding road. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 27–33. doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.12.016
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2008). The yo-yo intermittent recovery test: a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37–51. doi.org/10.2165%2F00007256-200838010-00004
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society*, 57(1), 289–300.
- Bergman, L., Magnusson, D., & El-Khoury, B. M. (2003). *Studying individual development in an interindividual context: a person-oriented approach*. Mahwah, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Bogat, G. A., von Eye, A. & Bergman, L. (2016). Person-oriented approaches. In D. Cicchetti (Eds.), *Developmental Psychopathology, Volume 1: Theory and Method* (3rd ed., pp. 1–49). Hoboken: John Wiley & Sons.
- Casartelli, N., Muller, R., & Maffiuletti, N. A. (2010). Validity and reliability of the myotest accelerometric system for the assessment of vertical jump height. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(11), 3186–3193. doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d8595c
- Conzelmann, A., Zibung, M., & Zuber, C. (2018). Talente finden und fördern im Sport [Talent identification and talent development in sports]. In A. Ritz & N. Thom (Eds.), *Talent management* (pp. 87–106). Wiesbaden: Springer Fachmedien. doi.org/10.1007%2F978-3-658-19100-9_5
- DeLong, E., DeLong, D., & Clarke-Pearson, D. L. (1988). Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. *Biometrics*, 44(3), 837–845. doi.org/10.2307/2531595
- Dodd, K. D., & Newans, T. J. (2018). Talent identification for soccer: physiological aspects. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21, 1073–1087. doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.009
- Figueiredo, A., Gonçalves, C. E., Coelho-e-Silva, M., & Malina, R. (2009a). Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. *Journal of Sports Sciences*, 27(9), 883–891. doi.org/10.1080/02640410902946469
- Figueiredo, A., Goncalves, C. E., Coelho-e-Silva, M., & Malina, R. (2009b). Youth soccer players, 11–14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. *Annals of Human Biology*, 36(1), 60–73. doi.org/10.1080/03014460802570584
- Forsman, H., Blomqvist, M., Davids, K., Liukkonen, J., & Kontinen, N. (2016). Identifying technical, physiological, tactical and psychological characteristics that contribute to career progression in soccer. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(4), 505–513. doi.org/10.1177/1747954116655051
- Gonaus, C., & Müller, E. (2012). Using physiological data to predict future career progression in 14- to 17-year-old Austrian soccer academy players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1673–1682. doi.org/10.1080/02640414.2012.713980
- Güllich, A. (2014). Selection, de-selection and progression in German football talent promotion. *European Journal of Sport Science*, 14(6), 530–537. doi.org/10.1080/17461391.2013.858371
- Höner, O., Leyhr, D., & Kelava, A. (2017). The influence of speed abilities and technical skills in early adolescence on adult success in soccer: A long-term prospective analysis using ANOVA and SEM approaches. *PloS One*, 12, 1–15. doi.org/10.1371/journal.pone.0182211
- Höner, O., & Votteler, A. (2016). Prognostic relevance of motor talent predictors in early adolescence: A group- and individual-based evaluation considering different levels of achievement in youth football. *Journal of Sports Sciences*, 34(24), 2269–2278. doi.org/10.1080/02640414.2016.1177658
- Höner, O., Votteler, A., Schmid, M., Schultz, F., & Roth, K. (2015). Psychometric properties of the motor diagnostics in the German football talent identification and development programme. *Journal of Sports Sciences*, 33(2), 145–159. doi.org/10.1080/02640414.2014.928416
- Hosmer, D. W., Lemeshow, S., & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression* (3rd ed.). New York: John Wiley.
- Huijgen, B. C. H., Elferink-Gemser, M. T., Lemmink, K., & Visscher, C. (2014). Multidimensional performance characteristics in selected and deselected talented soccer players. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 2–10. doi.org/10.1080/17461391.2012.725102
- Jekauc, D., Völkle, M., Lämmle, L., & Woll, A. (2012). Fehlende Werte in sportwissenschaftlichen Untersuchungen [Missing values in sports science studies]. *Sportwissenschaft*, 42(2), 126–136. doi.org/10.1007/s12662-012-0249-5
- Leyhr, D., Kelava, A., Raabe, J., & Höner, O. (2018). Longitudinal motor performance development in early adolescence and its relationship to adult success: an 8-year prospective

- study of highly talented soccer players. *PloS One*, 13, 1–16. doi.org/10.1371/journal.pone.0196324
- Lidor, R., Côté, J., & Hackfort, D. (2009). ISSP position stand: to test or not to test? The use of physical skill tests in talent detection and in early phases of sport development. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 7, 131–146. doi.org/10.1080/1612197X.2009.9671896
- Little, R. J. A. (1988). A test of missing completely at random for multivariate data with missing values. *Journal of the American Statistical Association*, 83(404), 1198–1202. doi.org/10.2307/2290157
- Malina, R., Cumming, S. P., Coelho-e-Silva, M., & Figueiredo, A. (2017). Talent identification and development in the context of “growing up”. In J. Baker, S. Cobley, J. Schorer, & N. Wattie (Eds.), *Routledge handbook of talent identification and development in Sport* (pp. 150–168). London: Routledge. doi.org/10.4324/9781315668017
- Maszczyk, A., Gołaś, A., Pietraszewski, P., Rocznio, R., Zając, A., & Stanula, A. (2014). Application of neural and regression models in sports results prediction. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117, 482–487. doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.02.249
- Matta, M. D. O., Figueiredo, A., Garcia, E. S., & Seabra, A. (2014). Perfil morfológico, maturacional, funcional e técnico de jovens futebolistas Brasileiro [Morphological, maturational, functional and technical profile of young Brazilian footballers]. *Revista Brasileira De Cineantropometria E Desempenho Humano*, 16(3), 277–286. doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n3p277
- Meylan, C., Cronin, J., Oliver, J. L., & Hughes, M. (2010). Talent identification in soccer: the role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 5(4), 571–592. doi.org/10.1260/1747-9541.5.4.571
- Müller, L., Gonaus, C., Perner, C., Müller, E., & Raschner, C. (2017). Maturity status influences the relative age effect in national top level youth alpine ski racing and soccer. *PloS One*, 12, 1–11. doi.org/10.1371/journal.pone.0181810
- Murr, D., Feichtinger, P., Larkin, P., O'Connor, D., & Höner, O. (2018). Psychological talent predictors in youth soccer: a systematic review of the prognostic relevance of psychomotor, perceptual-cognitive and personality-related factors. *PloS One*, 13, 1–24. doi.org/10.1371/journal.pone.0205337
- Murr, D., Raabe, J., & Höner, O. (2017). The prognostic value of physiological and physical characteristics in youth soccer: a systematic review. *European Journal of Sport Science*, 18(1), 1–13. doi.org/10.1080/17461391.2017.1386719
- Pfeiffer, M., & Hohmann, A. (2012). Applications of neural networks in training science. *Human Movement Science*, 31(2), 344–359. doi.org/10.1016/j.humov.2010.11.004
- Pion, J., Hohmann, A., Liu, T., Lenoir, M., & Segers, V. (2017). Predictive models reduce talent development costs in female gymnastics. *Journal of Sports Sciences*, 35(8), 806–811. doi.org/10.1080/02640414.2016.1192669
- R Core Team. (2017). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J.-C., & Müller, M. (2011). Proc: An open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. *BMC Bioinformatics*, 12, 1–8. doi.org/10.1186/1471-2105-12-77
- Romann, M., Rössler, R., Javet, M., & Faude, O. (2018). Relative age effects in Swiss talent development - a nationwide analysis of all sports. *Journal of Sports Sciences*, 36(17), 2025–2031. doi.org/10.1080/02640414.2018.1432964
- Sarmiento, H., Anguera, M. T., Pereira, A., & Araújo, D. (2018). Talent identification and development in male football: a systematic review. *Sports Medicine*, 48(4), 907–931. doi.org/10.1007/s40279-017-0851-7
- Sherar, L. B., Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A., & Thomis, M. (2005). Prediction of adult height using maturity-based cumulative height velocity curves. *The Journal of Pediatrics*, 147(4), 508–514. doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.04.041
- Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M., & Conzelmann, A. (2018). “The early specialised bird catches the worm!” - a specialised sampling model in the development of football talents. *Frontiers in Psychology*, 9, 1–12. doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00188
- Sieghartsleitner, R., Zuber, C., Zibung, M., & Conzelmann, A. (2019). “Science or coaches’ eye? – both!” Beneficial collaboration of multidimensional measurements and coach assessments for efficient talent selection in elite youth football. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18, 32–43.
- Stuart, E. A., Azur, M., Frangakis, C., & Leaf, P. (2009). Multiple imputation with large data sets: a case study of the children’s mental health Initiative. *American Journal of Epidemiology*, 169(9), 1133–1139. doi.org/10.1093/aje/kwp026
- Till, K., Jones, B. L., Cobley, S., Morley, D., O’Hara, J., Chapman, C., . . . Beggs, C. B. (2016). Identifying talent in youth sport: A novel methodology using higher-dimensional analysis. *PloS One*, 11, 1–18. doi.org/10.1371/journal.pone.0155047
- Vaeyens, R., Lenoir, M., Williams, M., & Philippaerts, R. M. (2008). Talent identification and development programmes in sport. *Sports Medicine*, 38(9), 703–714. doi.org/10.1080/02640410903110974
- Vaeyens, R., Malina, R., Janssens, M., van Renterghem, B., Bourgois, J., Vrijens, J., & Philippaerts, R. M. (2006). A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent Youth Soccer Project. *British Journal of Sports Medicine*, 40(11), 928–934. doi.org/10.1136/bjsm.2006.029652
- Van Buuren, S., & Groothuis-Oudshoorn, K. (2011). mice: multivariate imputation by chained equations in R. *Journal of Statistical Software*, 45(3). doi.org/10.18637/jss.v045.i03
- Williams, A., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(9), 657–667. doi.org/10.1080/02640410050120041
- Youden, W. J. (1950). Index for rating diagnostic tests. *Cancer*, 3, 32–35. doi.org/10.1002/1097-0142(1950)3:1<32::aid-cnrcr2820030106>3.0.co;2-3

- Zeileis, A., & Hothorn, T. (2002). Diagnostic checking in regression relationships. *R News*, 2(3), 7–10.
- Zhang, Z., Beck, M. W., Winkler, D. A., Huang, B., Sibanda, W., & Goyal, H. (2018). Opening the black box of neural networks: methods for interpreting neural network models in clinical applications. *Annals of Translational Medicine*, 6(11), 216. doi.org/10.21037/atm.2018.05.32
- Zibung, M., Zuber, C., & Conzelmann, A. (2016). The motor subsystem as a predictor of success in young football talents: a Person-Oriented Study. *PloS One*, 11, 1–11. doi.org/10.1371/journal.pone.0161049
- Zuber, C., Zibung, M., & Conzelmann, A. (2016). Holistic patterns as an instrument for predicting the performance of promising young soccer players – a 3-year longitudinal study. *Frontiers in Psychology*, 7, 1–10. doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01088